1.29

Lane Medical Library

Ueber

# die Schwankungen der geistigen Arbeitsleistung.

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medicinischen Doctorwürde
der hohen medicinischen Facultät der Universität zu Heidelberg

vorgelegt

von

**Georg von Voss.**

Mit einer Figur im Text.

**Leipzig**
Wilhelm Engelmann
1898.

(Sonderabdruck aus: Kraepelin, Psychologische Arbeiten. II. Bd. 3. Heft.)

# Inhaltsübersicht.


Seite

I. Einleitung . . . . . 5

II. Die Länge der Additionszeiten . . . . . 9

III. Die Abweichungen vom Mittelwerth . . . . . 23

IV. Die Dauer der Schwankungen . . . . . 30

V. Persönliche Verschiedenheiten . . . . . 37

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . . 46

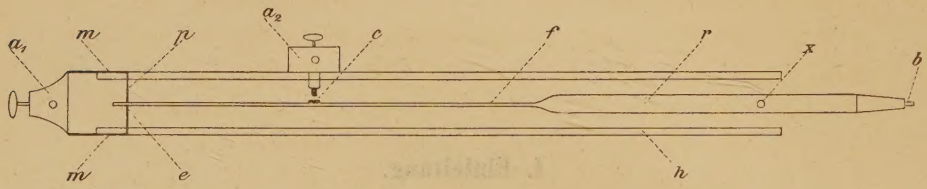
Schlusssätze . . . . . 54

## I. Einleitung.

Aus allen Untersuchungen, die über das Wesen der geistigen Arbeit angestellt worden sind, ging stets hervor, dass der Ablauf derselben kein vollkommen gleichmäßiger ist, sondern dass Schwankungen jederzeit vorkämen. Auch die Erfahrung des täglichen Lebens lehrt uns dasselbe — wissen wir doch, dass es uns nur schwer möglich ist, angestrengt geistig thätig zu sein, ohne von Zeit zu Zeit nachzulassen, um dann mit erneuter Kraft weiter zu arbeiten. Die Ursachen dieser Erscheinung können verschiedener Art sein; wir müssen unterscheiden zwischen fördernden und verlangsamenden Einflüssen auf die Arbeit.

Zu den ersteren gehören die Uebung, die Anregung und der Antrieb; verlangsamend wirkt dagegen die Ermüdung. Außer diesen, wohl regelmäßig zu beobachtenden Einflüssen machen sich aber noch andere geltend, die mehr den Zufälligkeiten zugerechnet werden dürfen. Unter diesen ist es die Gewöhnung, welche die Leistung verbessert, während die Ablenkung sie verschlechtert. Ferner lehrt uns die subjective Empfindung, dass, auch abgesehen von allen obengenannten Factoren, noch die Aufmerksamkeit von größtem Einfluss auf den Ablauf unserer Arbeit ist. Der mehr oder weniger regelmäßige Wechsel unserer Aufmerksamkeitsspannung muss sich in Schwankungen der Leistung widerspiegeln. —

Bei den bisher üblichen Untersuchungsmethoden mit 5 Minutenzeichnung (die Arbeit wurde in den früheren Versuchen stets durch ein alle 5 Minuten wiederkehrendes Glockensignal unterbrochen) war es nicht möglich gewesen, die feineren Leistungsschwankungen zu verfolgen; man hatte sich mit der Erklärung der groben Ausschläge begnügen müssen und hatte oft genug gar nicht die Möglichkeit gehabt, manche deutliche Schwankungen zu erklären. Es war daher wünschenswerth, eine feinere Methode anzuwenden, um Aufschluss zu erlangen über die Schwankungen der geistigen Arbeitsleistung.




In der nebenstehenden schematischen Zeichnung ist der Apparat wiedergegeben, den Herr Mechaniker Runne nach den Angaben von Professor Kraepelin construirte und dessen wir uns bei den zu schildernden Untersuchungen bedienten.

Die »elektrische Feder« besteht aus einem Hohlcylinder $h$, in dem eine bei $x$ um eine Achse drehbare Röhre $r$ liegt. Das vordere Ende der Röhre trägt bei $b$ eine Bleistiftspitze; das entgegengesetzte Ende geht in eine Feder über, die bei $c$ einen Contact trägt und bei $e$ in eine Metallplatte $p$ eingeklemmt ist. Gegenüber dem Contact $c$ ist an dem äußeren Cylinder eine mit einer Klemmschraube versehene Ableitung $a_2$ angebracht. Die Zuleitung erfolgt von $a_1$ aus, durch eine die Platte $p$ berührende, den Hohlcylinder abschließende Metallhülse. Wird nun beim Schreiben mit $b$ ein Druck ausgeübt, so berührt der Contact $c$ die Ableitung $a_2$ und der Strom ist geschlossen; hört der Druck auf, so schnellt die Feder zurück und der Strom wird unterbrochen.

Der Apparat war mit zwei Trockenelementen und einer am Kymographion schreibenden Feder verbunden; jeder beim Schreiben ausgeübte Druck gab einen deutlichen Ausschlag auf der berußten Trommel.

Unter dieser Registrirung war noch ein Chronograph befestigt, der $^1/_5$ Secunden schrieb.

Wir benutzten bei unseren Versuchen die Methode der fortlaufenden Additionen in den bekannten Rechenheften. Die Versuchsperson saß in einem besonderen Zimmer und hatte die Aufgabe, eine Stunde lang je 2 auf einander folgende Zahlen zu addiren, wobei die Ausführung jeder Addition durch einen kurzen Strich markirt wurde; nach je 5 Minuten, die durch Glockensignale abgegrenzt waren, wurden 2 längere Striche gezogen. Auf diese Weise erhielten wir Curven für die ganze Versuchsstunde, aus denen wir annähernd die Dauer aller einzelnen Additionen bestimmen konnten. Auf eine Controlle der Richtigkeit des Rechnens mussten wir bei der Ausführung unserer Versuche verzichten. Wir glaubten das thun zu dürfen, da einerseits die Deutung der gefundenen Fehler nicht in das Gebiet unserer Arbeit gehört und da andererseits, wie Amberg[1]) festgestellt hat, die Fehlerzahl schon an und für sich gering ist und mit der Uebung noch stark abnimmt. —

Als Versuchspersonen dienten der Verfasser (V.), Dr. O. Krause (K.) und cand. med. Diehl (D.), und zwar führte V. eine 8-tägige Versuchsreihe aus, während K. und D. nur je 4 Stunden rechneten. V rechnete an 8 auf einander folgenden Tagen abwechselnd von 9—10 und von 8—9 Uhr Morgens, K. und D. an vier Tagen von 8—9 Uhr. Unmittelbar vor den Versuchstagen und innerhalb derselben waren alle Personen völlig abstinent in Bezug auf Alkohol; Thee und Kaffee wurden vor den Versuchen nicht eingenommen; außerdem wurde während der Zeit eine möglichst geregelte, gleichmäßige Lebensweise eingehalten. Störungen während der Versuche kamen nicht vor.

Die Berechnung sämmtlicher Additionszeiten wurde vorgenommen, bevor noch mit der Deutung der Versuchsergebnisse begonnen war. Auf diese Weise konnte jeder subjectiven Beeinflussung der Resultate vorgebeugt werden. Bei der Berechnung der Additionszeiten stellte sich sofort heraus, dass diejenigen Additionen, welche zu oberst in den Rechenheften standen, mit größerem Zeitaufwand gerechnet waren, als die übrigen. Diese Thatsache beruhte auf dem

---

1) Diese Arbeiten Bd. I, S. 300.

Zeitverlust, welcher beim Aufsuchen der neuen Zahlenreihe stattfand. Aus einer größeren Menge wurde die Größe des Zeitverlustes im Mittel $= {}^3/_5$ Secunden gefunden, die nun immer bei der obersten Additionszeit in Abzug kamen.

Die Zeit, welche das Markiren selbst in Anspruch nahm, betrug meist ${}^1/_5$ Secunde; bei der zweiten später zu schildernden Berechnungsmethode ist sie nicht berücksichtigt, da es uns hierbei nicht auf die einzelnen Additionszeiten ankam, sondern auf die Zahl der in einem gewissen Zeitabschnitt ausgeführten Additionen.

Die so erhaltenen Versuchsergebnisse waren unter 3 verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten. Es war zu berücksichtigen:

1. die Länge der einzelnen Additionszeiten;
2. die Größe der Abweichung dieser Additionszeiten von ihrem Mittelwerth;
3. das Vorkommen von Schwankungen der Additionszeiten, die Dauer dieser Schwankungen und die Anzahl der Additionen, die während derselben ausgeführt wurden.

Ueber die durchschnittliche Länge der Additionszeiten suchten wir dadurch ein Urtheil zu gewinnen, dass wir die in je 5 Minuten gewonnenen einzelnen Zeitwerthe staffelweise nach ihrer Dauer ordneten und die Häufigkeit procentisch bestimmten, mit der die verschiedenen Additionszeiten unter der Zahl der ausgeführten Rechnungen vertreten waren.

Um die Größe der beobachteten Abweichungen vom Mittel zu messen, bestimmten wir die Anzahl der in je 5 Secunden vollführten Additionen. Wir erhielten auf diese Weise für je 5 Minuten 35—45 Werthe[1]), welche uns die Zahl der in den verschiedenen 5-Secundenabschnitten ausgeführten Additionen angaben. Aus diesen Werthen ließ sich eine Mittelzone[2]) bilden, in deren Bereich diejenigen Zahlen-

---

1) Es sollten auf je 5 Minuten 60 5-Secundenabschnitte entfallen; doch kamen von der Gesammtzeit in Abzug: erstens der beim Seitenumwenden erfolgende Zeitverlust und zweitens noch der ${}^3/_5$ Secunden betragende Zeitverlust bei Berechnung der oben an der Seite stehenden Additionszeit.

2) Die Bildung der Mittelzone geschah auf folgende Weise: Aus den Leistungen der einzelnen 5″-Abschnitte jeder 5 Minuten wurde das arithmetische Mittel gewonnen; zu diesem wurde nach oben und unten je eine Zahl hinzu-

werthe entfielen, welche eine mittlere Leistung vorstellten. Die Anzahl der Werthe, welche nach oben oder nach unten von der Mittelzone abwichen, gab uns ein ungefähres Bild von der Ausgiebigkeit der Veränderungen, welche die Addirgeschwindigkeit in je 5 Minuten erlitten hatte.

Endlich war es unsere Aufgabe, die Dauer der Schwankungen, deren Vorhandensein schon bei oberflächlicher Durchsicht der Zahlenreihen auffiel, zu bestimmen. Folgten z. B. für 10 Additionen Zeiten (in $^1/_5''$) wie 2, 2, $\overset{+}{3}$, 2, 3, $\overset{+}{5}$, 4, 2, 7, $\overset{+}{8}$, so wurden sie als 3 Schwankungen aufgefasst. Als Dauer einer Schwankung betrachteten wir die Summe aller Additionszeiten von einem Maximum bis zum nächsten ausschließlich. In dem vorhin citirten Beispiele wären also die mit $^+$ bezeichneten Zahlen 3, 5 und 8 Maxima gewesen; folglich hätte die erste Schwankung 7, die zweite 10 und die dritte 21 $^1/_5$-Secunden gedauert. Eine Schwankung fasste also immer eine Doppelphase zusammen: die Phase des Abnehmens der Leistungsgeschwindigkeit und die Phase des Zunehmens derselben bis zum Maximum.

## II. Die Länge der Additionszeiten.

Eine Uebersicht über den dritten Versuch an V. giebt die Tabelle I. Wenn wir mit der Betrachtung des Verhaltens der verschiedenen Additionszeiten beginnen, so sehen wir, dass im Versuch III (Versuch I und II waren wegen der anfangs schwierigen Technik nur mangelhaft ausgefallen und infolge dessen für die feinere Berechnung nicht zu brauchen) die Häufigkeit der Additionszeiten von 0,6″ bei weitem überwiegt. Mit der wachsenden Uebung steigt sie bis zum 6. 5-Minuten-Abschnitt an, vom 7. ab sinkt sie progressiv; wir können

---

genommen. Alle 5″-Abschnitte, deren Leistung in den Bereich dieser 3 Zahlen entfiel, wurden als zur Mittelzone gehörig betrachtet. Wenn auch zugegeben werden muss, dass unsere Art der Mittelzonenbildung wissenschaftlich anfechtbar ist, so hielten wir uns doch aus praktischen Gründen für berechtigt, nach verschiedenen anderen Versuchen zu dieser hier am bequemsten verwendbaren Methode zurück zu greifen.

die Abnahme wohl mit Recht als Ermüdungswirkung betrachten. Entgegengesetzt verhalten sich die Additionszeiten über 1,2″. Dieselben nehmen bis 6 stetig ab und steigen von da ab wieder, um nur noch in 12 unter dem Einflusse des Schlussantriebs etwas zu sinken. Die Zeiten von 0,8 und 1,0″ zeigen kein charakteristisches Verhalten; dagegen weisen diejenigen von 0,4 in 7 und 9 eine recht erhebliche Zunahme auf. Diese Vermehrung, verbunden mit der Steigerung der Leistung, die besonders deutlich in 9 zu sehen ist

Tabelle I.[1])

Versuch III.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 2,0 | 4,7 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 | 10,0 | 7,5 | 10,5 | 4,5 | 5,0 | 4,5 |
| 0,6 | 68,0 | 71,5 | 68,0 | 67,0 | 69,0 | 72,5 | 63,5 | 63,5 | 61,5 | 61,5 | 61,5 | 60,5 |
| 0,8 | 12,0 | 11,5 | 8.5 | 13,4 | 13,5 | 12,5 | 12,5 | 11,5 | 14,0 | 16,0 | 10,0 | 13,0 |
| 1,0 | 6,0 | 4,5 | 5,5 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 7,5 | 3,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 |
| 1,2 | 4,0 | 3,2 | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 6,5 | 5,5 |
| Ueber 1,2 | 8,0 | 4,6 | 7,0 | 6,6 | 5,5 | 2,5 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 10,0 | 11,0 | 9,5 |
| Leistung | 345 | 378 | 370 | 373 | 386 | 397 | 398 | 372 | 391 | 370 | 350 | 365 |

wirft ein Licht auf eine schon früher beobachtete Thatsache. Dass die Ermüdung sich in 7 schon geltend machte, sehen wir in der Verminderung der 0,6″ Zeiten und in der Zunahme der über 1,2″ betragenden Additionszeiten; offenbar kam diese Verschlechterung der Leistung der Versuchsperson zu Bewusstsein, und der Erfolg der

1) Die links stehenden Zahlen 0,4 bis über 1,2 Secunden bedeuten die Additionszeiten. Unter den obenstehenden Zahlen 1 bis 12 sind die 5-Minutenabschnitte des Versuchs zu verstehen. Die darunter stehenden Werthe entsprechen der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Additionszeiten in Procenten. Die Leistung ist die Anzahl der im betreffenden Abschnitt ausgeführten Additionen.

Wiederanspannung der Kräfte, die auf das Müdigkeitsgefühl folgte, ist die zeitweise Verbesserung der Leistung. Kraepelin hat diese Erscheinung den »Müdigkeitsantrieb» genannt.

Im Versuch IV (Tabelle II) sind wieder die Zeiten von 0,6″ bei weitem am meisten vertreten, sogar noch häufiger als im vorhergehenden Versuche. Bemerkenswerth ist der Parallelismus zwischen der Häufigkeit der 0,6″-Zeiten und der Arbeitsleistung: jedes Sinken resp. Steigen der Leistung spiegelt sich im Sinken resp. Steigen des Procentgehalts an 0,6″-Zeiten wieder; diese letzteren entsprechen eben der Hauptmasse der Additionen. Auch hier ist das Verhalten der über 1,2″ betragenden Additionszeiten den vorhergenannten gerade entgegengesetzt; während die Leistung und die 0,6″-Zeiten in 11 unter dem Einflusse des Schlussantriebs kräftig steigen, sinken die Additionszeiten über 1,2″ beträchtlich herab.

Tabelle II.
Versuch IV.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 4,6 | 1,3 | 3,0 | 1,8 | 1,5 | 4,7 |
| 0,6 | 73,0 | 76,2 | 76,0 | 76,0 | 75,0 | 68,0 | 72,0 | 69,2 | 65,0 | 70,0 | 76,6 | 67,2 |
| 0,8 | 12,1 | 10,5 | 11,3 | 9,5 | 7,2 | 11,2 | 8,4 | 14,5 | 10,0 | 12,6 | 8,6 | 7,8 |
| 1,0 | 4,0 | 4,8 | 4,0 | 4,5 | 5,5 | 5,4 | 6,6 | 5,2 | 7,0 | 3,7 | 6,0 | 5,6 |
| 1,2 | 4,5 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 6,2 | 6,5 | 4,2 | 3,0 | 6,1 | 5,5 | 3,7 | 6,7 |
| Ueber 1,2 | 4,8 | 4,5 | 4,7 | 5,5 | 5,1 | 8,1 | 4,2 | 6,8 | 8,9 | 6,4 | 3,6 | 8,0 |
| Leistung | 395 | 401 | 399 | 409 | 403 | 389 | 413 | 383 | 378 | 380 | 406 | 364 |

Wie im Versuch III können wir wohl auch hier die im Abschnitt 7 auftretende Verbesserung der Leistung, verbunden mit einer Vermehrung des Procentgehalts an 0,4″, auf die Wirkung eines Müdigkeitsantriebs zurückführen.

Wesentlich anders sind die Resultate des Versuchs V (Tabelle III). In den beiden vorigen Versuchen hatten wir eine regelmäßige Zunahme der 0,6″-Zeiten feststellen können, was wir als Uebungs-

wirkung auffassten; hier dagegen finden wir nur im Abschnitt 1 einen ähnlich hohen Procentsatz von 0,6″-Zeiten; dann fällt er ganz bedeutend ab. Entgegengesetzt verhalten sich die 0,4″-Zeiten; in 1. noch kaum vorhanden, erreichen sie in 5. eine sonst nicht beobachtete Höhe. Eine Erklärung für dieses Verhalten finden wir in dem Ablauf der Leistung jenes Tages: während wir an anderen Tagen die Arbeitsleistung anfangs zunehmen sehen, bis sie in der Mitte der Zeit ungefähr ihren Höhepunkt erreicht und dann wieder abnimmt, schwankt sie hier ganz unregelmäßig. Auffallend kräftig ist die Wirkung des Schlussantriebs, der in 12 die Leistung auf das Tagesmaximum erhebt. Da wir gleichzeitig auch einen deutlichen Anfangsantrieb vorfinden, so müssen wir den Schluss ziehen, dass die Leistung jenes Tages unter besonderen Antriebswirkungen stand, denen vielleicht die Unregelmäßigkeit der Arbeit zugeschrieben werden darf. Wir werden später noch auf die Thatsache zurückzukommen Gelegenheit haben, dass ein gehäuftes Auftreten der 0,4″-Zeiten auch als Antriebswirkung zu betrachten ist; die Vermehrung der Minimalzeiten auf Kosten der 0,6″-Zeiten bewirkt auch ein Unregelmäßig-

Tabelle III.
Versuch V.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 0,7 | 5,8 | 13,0 | 11,2 | 21,2 | 14,0 | 13,0 | 17,0 | 11,1 | 11,7 | 11,5 | 15,7 |
| 0,6 | 76,3 | 65,1 | 67,2 | 65,6 | 55,8 | 61,0 | 53,5 | 58,0 | 63,1 | 64,4 | 64,7 | 63,5 |
| 0,8 | 9,7 | 12,8 | 6,7 | 7,2 | 9,1 | 9,1 | 12,0 | 7,2 | 6,4 | 6,4 | 8,5 | 8,0 |
| 1,0 | 3,9 | 6,7 | 5,7 | 4,8 | 3,7 | 6,0 | 4,5 | 4,4 | 6,2 | 4,0 | 2,7 | 5,7 |
| 1,2 | 4,8 | 4,5 | 4,2 | 3,9 | 4,5 | 5,4 | 7,0 | 4,7 | 4,2 | 5,3 | 5,2 | 4,8 |
| Ueber 1,2 | 4,6 | 5,1 | 3,2 | 7,3 | 5,7 | 4,5 | 10,0 | 8,7 | 9,0 | 8,2 | 7,4 | 2,3 |
| Leistung | 415 | 402 | 420 | 412 | 409 | 430 | 393 | 406 | 380 | 380 | 409 | 442 |

werden der Arbeit. Die Zeiten über 1,2″ zeigen von 7 an eine starke Zunahme; nur zum Schlusse nehmen sie, entsprechend dem Verhalten in früheren Versuchen, mit dem Anwachsen der Leistung beträchtlich ab.

Der Versuch VI (Tabelle IV) zeigt fast überall einen hohen Procentsatz an 0,6″-Zeiten; demgemäß ist auch die Leistung recht gleichmäßig. Ein deutlicher Anfangsantrieb ist vorhanden; die Zahl der über 1,2″ betragenden Additionszeiten ist in 1 sehr gering, steigt in 2 stark an, entsprechend dem Nachlass der Leistung, sinkt von da ab bis 7 und steigt dann wieder etwas. Wir sehen in 4, auf der Höhe der Leistung, einen ganz geringen Procentsatz der extremen Werthe von 0,4″ und über 1,2″; es ist also wesentlich die Häufigkeit der Zeiten von 0,6″ (und 0,8″), welche die Gleichmäßigkeit der Arbeit und zugleich die Höhe der Leistungen bestimmt.

Tabelle IV.
Versuch VI.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 8,0 | 3,5 | 5,0 | 4,5 | 2,0 | 0,5 | 2,0 | 1,5 |
| 0,6 | 68,5 | 69,5 | 78,0 | 76,0 | 71,5 | 75,5 | 76,0 | 81,0 | 72,5 | 77,5 | 71,5 | 71,5 |
| 0,8 | 18,0 | 14,0 | 8,5 | 13,0 | 11,5 | 10,5 | 9,5 | 7,0 | 11,5 | 6,5 | 11,5 | 8,5 |
| 1,0 | 6,5 | 4,0 | 6,5 | 5,0 | 5,0 | 4,5 | 5,0 | 2,0 | 5,0 | 7,0 | 5,5 | 8,0 |
| 1,2 | 3,0 | 3,5 | 2,5 | 4,0 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 | 6,5 |
| Ueber 1,2 | 2,5 | 7,5 | 3,5 | 1,0 | 2,5 | 3,5 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 5,5 | 5,5 | 4,0 |
| Leistung | 423 | 398 | 419 | 444 | 440 | 437 | 440 | 441 | 412 | 401 | 401 | 399 |

Im Versuch VII (Tabelle V) bemerken wir den sehr geringen Procentsatz an 0,4″-Zeiten. Während die 0,6″-Zeiten unter dem Einflusse der Uebung stetig, wenn auch nur langsam zugenommen haben, ist dies bei den 0,4″-Zeiten nicht der Fall. Wir dürfen daraus den Schluss ziehen, dass die Uebung bei V. die Zahl der ganz kurzen Zeiten nicht vermehrt, sondern eher vermindert, dass also die Verbesserung der Leistung unabhängig ist von der Verkürzung einzelner Additionszeiten. Die Uebung führt vielmehr eine größere Gleichmäßigkeit der Arbeit dadurch herbei, dass sich die von vornherein am häufigsten aufgetretenen Zeiten von 0,6″ stetig vermehren. Was von den ganz kurzen Zeiten gesagt wurde, gilt ähnlich für die ganz langen. Auch

die Zeiten über 1,2″ nehmen mit fortschreitender Uebung allmählich an Zahl ab; einer vorübergehenden Abnahme der Leistung entspricht fast regelmäßig eine Zunahme dieser Zeiten und umgekehrt.

Tabelle V.
Versuch VII.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 4,5 | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 1,0 | 2,5 |
| 0,6 | 74,5 | 74,5 | 76,0 | 75,5 | 78,0 | 77,5 | 79,0 | 71,0 | 67,5 | 68,5 | 69,5 | 71,5 |
| 0,8 | 12,5 | 14,0 | 11,0 | 14,0 | 11,5 | 11,5 | 7,0 | 13,0 | 14,5 | 12,5 | 16,5 | 10,5 |
| 1,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 5,5 | 4,0 | 5,5 | 7,5 | 8,0 | 4,0 | 6,5 |
| 1,2 | 4,5 | 2,0 | 4,0 | 2,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 3,5 | 5,0 | 3,0 | 5,5 |
| Ueber 1,2 | 2,0 | 1,5 | 4,5 | 2,0 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 4,5 | 4,5 | 2,5 | 6,0 | 3,5 |
| Leistung | 443 | 430 | 425 | 447 | 442 | 439 | 440 | 423 | 405 | 416 | 425 | 420 |

Dieses Verhalten können wir im Versuch VIII (Tabelle VI) deutlich beobachten. In den Abschnitten 3, 7 und 9 sinkt die Leistung beträchtlich, während zugleich die Zeiten über 1,2″ jedesmal stark zunehmen. Der Procentgehalt an 0,6″-Zeiten ist gegen die früheren Versuche nicht gestiegen; eher findet sich eine geringe Abnahme. Die Ermüdung beginnt sich im 6. Abschnitt geltend zu machen und kennzeichnet sich durch eine allmähliche Abnahme der 0,6″-Zeiten. Von 10 an hebt sich die Leistung wieder bedeutend. Wir dürfen diese Thatsache wohl auf die Wirkung eines Schlussantriebs am Ende der ganzen Versuchsreihe zurückführen; die letzte Willensanstrengung, verbunden mit dem Gefühl der Befriedigung über den erreichten Abschluss vermochte die Ermüdung während der letzten Viertelstunde fast völlig zu verdecken.

Den Ausfall des ersten Versuches von K. giebt die Tabelle VII. Die Arbeitsleistung ist in demselben recht gleichmäßig; sie zeigt ein fast ununterbrochenes allmähliches Ansteigen vom zweiten bis zum vorletzten 5-Minutenwerth. Im ersten Werthe macht sich eine deutliche Antriebswirkung, im letzten die Ermüdung geltend; vielleich

Tabelle VI.
Versuch VIII.

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 5,5 | 7,0 | 1,5 | 1,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 5,0 |
| 0,6 | 71,0 | 76,0 | 72,0 | 76,0 | 75,0 | 72,5 | 69,0 | 72,0 | 66,5 | 75,0 | 71,5 | 72,2 |
| 0,8 | 14,5 | 14,0 | 13,0 | 10,5 | 8,0 | 7,0 | 12,0 | 12,0 | 10,5 | 9,5 | 9,5 | 12,2 |
| 1,0 | 8,0 | 4,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 5,5 | 8,0 | 4,4 |
| 1,2 | 3,0 | 1,5 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 5,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| Ueber 1,2 | 2,5 | 2,5 | 6,5 | 4,5 | 2,5 | 3,5 | 6,0 | 5,0 | 7,5 | 2,5 | 3,5 | 2,2 |
| Leistung | 441 | 442 | 418 | 420 | 451 | 456 | 403 | 429 | 406 | 447 | 442 | 436 |

ist aber auch der vorletzte Werth schon etwas durch Antrieb beeinflusst. Die Vertheilung der einzelnen Additionszeiten in den verschiedenen Versuchsabschnitten zeigt uns einen ziemlich hohen Procentsatz der 0,6″-Zeiten. Der Gang dieser Werthe entspricht im großen und ganzen demjenigen der Arbeitsleistung. Namentlich das Anwachsen vom 2. bis zum 5. Werthe, das Sinken am Schlusse, die

Tabelle VII.
Versuch I (K.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 4,1 | 3,7 | 5,0 | 4,1 | 3,7 | 3,3 | 3,9 | 4,2 | 3,5 | 7,5 | 4,5 | 4,5 |
| 0,6 | 52,5 | 36,7 | 52,7 | 58,0 | 62,3 | 50,2 | 52,3 | 54,5 | 55,5 | 52,5 | 57,0 | 53,5 |
| 0,8 | 22,2 | 26,2 | 17,0 | 12,2 | 13,0 | 17,2 | 16,0 | 12,3 | 15,5 | 15,0 | 10,5 | 17,0 |
| 1,0 | 7,5 | 11,2 | 8,3 | 9,7 | 6,0 | 10,3 | 9,0 | 10,5 | 9,0 | 8,5 | 8,2 | 7,0 |
| 1,2 | 7,2 | 7,5 | 5,4 | 6,0 | 4,5 | 9,7 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 6,5 | 6,3 | 6,5 |
| Ueber 1,2 | 6,5 | 14,7 | 11,6 | 10,0 | 10,5 | 9,3 | 12,8 | 11,0 | 9,0 | 10,0 | 13,5 | 11,5 |
| Leistung | 322 | 294 | 316 | 322 | 326 | 334 | 337 | 339 | 343 | 340 | 351 | 322 |

hohen Werthe am Anfang und im 11. Abschnitte deuten auf die inneren Beziehungen zwischen Arbeitsleistung und Häufigkeit der 0,6″-Zeiten hin, wenn sich auch sonst zahlreiche Abweichungen finden.

Die Zeiten von 0,4″ hatten wir früher als Begleiter des Antriebs kennen gelernt. Hier können wir diese Bedeutung nur in beschränktem Maße wiederfinden. Im ersten und in den 3 letzten Abschnitten treten sie etwas stärker hervor, aber auch im 3., schwächer im 8. und 4., in denen sonstige Zeichen von Antrieb nicht nachweisbar sind. Dagegen finden wir im ersten Abschnitt auffallend wenig Werthe von über 1,2″. An den übrigen Additionszeiten fällt uns die gleichmäßige Vertheilung auf; kein Versuchsabschnitt zeichnet sich durch besonders starke Abweichungen aus. Eine gewisse Neigung zur Verminderung können wir in den 0,8″-Zeiten feststellen.

Gegenüber der Leistung des ersten Tages zeigt Vers. II (Tab. VIII) einen beträchtlichen Uebungsfortschritt. Unter dem Einflusse eines kleinen Antriebs beginnt die Arbeit recht hoch, sinkt darauf etwas und

Tabelle VIII.
Versuch II (K.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 2,0 | 2,7 | 3,1 | 7,1 | 7,0 | 7,1 | 4,5 | 7,0 | 4,5 | 3,1 | 3,4 | 2,0 |
| 0,6 | 59,1 | 60,8 | 60,2 | 60,1 | 65,8 | 62,9 | 66,2 | 56,0 | 60,5 | 58,5 | 66,0 | 63,0 |
| 0,8 | 16,6 | 14,0 | 13,1 | 11,6 | 8,4 | 16,1 | 12,5 | 15,0 | 16,5 | 16,1 | 13,1 | 14,0 |
| 1,0 | 10,2 | 9,0 | 7,6 | 5,7 | 7,3 | 3,7 | 6,8 | 5,4 | 6,5 | 7,6 | 7,0 | 8,6 |
| 1,2 | 5,6 | 5,2 | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 | 3,5 | 5,0 | 3,5 | 6,7 | 4,9 | 5,9 |
| Ueber 1,2 | 6,5 | 8,3 | 9,5 | 9,5 | 6,5 | 5,7 | 6,5 | 11,6 | 8,5 | 8,0 | 5,6 | 6,5 |
| Leistung | 373 | 365 | 367 | 363 | 368 | 380 | 375 | 354 | 368 | 357 | 388 | 373 |

hebt sich dann bis zum 7. Abschnitt. Im 8. Abschnitt folgt ein recht steiler Abfall, dann eine kleine Erhebung, wieder ein Sinken und endlich steigt die Leistung unter dem Einfluss eines Schlussantriebs nochmals an. Der Procentgehalt an Zeiten über 1,2″ ist im ersten Abschnitt unter dem Einfluss des Antriebs ziemlich ering. Gegen-

über dem vorhergehenden Versuche ist der Procentsatz an 0,4″-Zeiten ein wenig gestiegen, was auf eine Vermehrung der Antriebswirkungen hindeuten dürfte; die 0,6″-Zeiten haben deutlich zugenommen, während die Zeiten von 0,8″ und über 1,2″ vermindert sind. Auch hier, wie im vorigen Versuch, ist das Verhalten aller Additionszeiten vom Anfang bis zum Ende recht gleichmäßig.

Der Versuch III (Tabelle IX) beginnt ohne Antrieb; die Leistung steigt langsam, unter unbedeutenden Schwankungen bis etwa zum 8. Abschnitt; von hier an beginnt sie ebenso gleichmäßig zu fallen.

Tabelle IX.
Versuch III (K.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,5 | 2,2 | 0,9 | 1,5 | 2,2 | 1,9 | 0,8 | 4,5 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 |
| 0,6 | 69,2 | 67,7 | 71,2 | 69,0 | 70,0 | 70,4 | 71,5 | 74,9 | 69,8 | 65,0 | 67,8 | 64,1 |
| 0,8 | 15,0 | 15,0 | 12,0 | 12,0 | 12,3 | 12,2 | 10,5 | 9,4 | 13,0 | 11,5 | 13,2 | 13,2 |
| 1,0 | 7,5 | 5,6 | 6,4 | 6,2 | 5,6 | 6,2 | 9,5 | 5,2 | 4,8 | 8,0 | 5,5 | 7,4 |
| 1,2 | 3,0 | 5,0 | 5,3 | 3,8 | 5,0 | 4,5 | 3,2 | 3,0 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,8 |
| Ueber 1,2 | 3,8 | 4,5 | 4,2 | 7,5 | 4,9 | 4,8 | 4,5 | 3,0 | 5,4 | 9,0 | 6,5 | 7,7 |
| Leistung | 402 | 402 | 411 | 393 | 414 | 416 | 409 | 414 | 399 | 389 | 392 | 392 |

Der Einfluss der fortschreitenden Uebung zeigt sich hier deutlich: die Zeiten von 0,6″ haben ganz bedeutend zugenommen, während die von 0,4, 0,8 und über 1,2″ gesunken sind. Im 9. Abschnitt können wir zum ersten Mal eine deutliche Ermüdungswirkung beobachten: von diesem Abschnitt an sinken die Zeiten von 0,6″, während die über 1,2″ betragenden steigen. Sehr gering ist im ganzen Versuch der Procentgehalt an 0,4″-Zeiten; halten wir diese Thatsache mit dem Fehlen der Antriebswirkungen am Schlusse und Anfang zusammen, so scheint darin wieder eine Bestätigung des Parallelismus im Auftreten des Antriebs und der ganz kurzen Zeiten zu liegen.

Anders verhält sich der Versuch IV (Tab. X); schon die 5-Minutenleistungen zeigen beträchtliche Schwankungen, die uns auf eine

veränderte Arbeitsweise hindeuten. Der Procentgehalt an 0,6″-Zeiten hat nur wenig zugenommen; im 2. Abschnitt, dem Minimum der Leistung, sinkt er bis auf die mittlere Höhe des ersten Versuchstages herab; zugleich ist der Procentsatz an 0,4 und 0,8″ wieder gestiegen. Die Zeiten über 1,2 haben abgenommen, steigen aber in 12 ganz bedeutend an. Die Vermehrung der extrem kleinen Zeiten deutet auf Antriebswirkungen hin. Aus allem Gesagten geht hervor, dass, im Gegensatz zu der ruhigen und gleichmäßigen Arbeitsweise des ersten und dritten Versuchstages, der vierte uns das Bild einer sprunghaften und ungleichmäßigen Arbeit darbietet. Wir dürfen wohl annehmen, dass K. an diesem Tage bedeutend schlechter disponirt war als an den vorausgehenden, und dass er bestrebt war, diesen Ausfall durch Antriebswirkungen auszugleichen.

Tabelle X.
Versuch IV (K.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 0,5 | 3,5 | 8,5 | 5,7 | 3,8 | 7,0 | 4,5 | 5,3 | 5,5 | 3,4 | 3,0 | 3,6 |
| 0,6 | 61,0 | 56,5 | 62,0 | 62,0 | 66,6 | 71,9 | 76,0 | 71,2 | 72,0 | 73,5 | 73,4 | 64,8 |
| 0,8 | 22,0 | 17,5 | 13,6 | 16,2 | 14,7 | 10,5 | 9,0 | 8,4 | 11,5 | 13,6 | 10,1 | 16,0 |
| 1,0 | 7,5 | 9,0 | 6,3 | 6,3 | 5,5 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 6,0 | 7,2 | 6,0 |
| 1,2 | 4,0 | 8,5 | 6,6 | 4,1 | 5,5 | 2,1 | 3,0 | 4,8 | 3,5 | 2,4 | 3,2 | 3,6 |
| Ueber 1,2 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 5,7 | 3,9 | 2,5 | 3,5 | 4,3 | 2,5 | 1,1 | 3,1 | 6,0 |
| Leistung | 404 | 384 | 413 | 419 | 416 | 455 | 450 | 430 | 436 | 464 | 444 | 411 |

Von den 4 Versuchen an D. sind leider nicht alle für unsere Berechnungen verwendbar gewesen; die letzten 10 Minuten des zweiten Tages und der ganze vierte Tag mussten wegen technischer Mängel fortgelassen werden. Am dritten Tage veränderten wir die Versuchsanordnung in folgender Weise: Nur die erste Viertelstunde wurde fortlaufend addirt; dann wurde mit Wechsel zwischen Arbeit und Pausen von je 5 Minuten Dauer 50 Minuten lang fortgefahren. Wir erhielten auf diese Weise einen »durchbrochenen Versuch«, nach dem

Vorgange Amberg's. Der durchbrochene Versuch wurde mit der Absicht angestellt, die Wirkung der Pausen zu studiren. Leider konnte der folgende 4. Versuch für unsere feinen Berechnungsmethoden nicht ausgenutzt werden; dadurch wurde die Deutung der Resultate des dritten Tages sehr erschwert.

Die Anfangsleistung D.'s (Tabelle XI) steht weit unter derjenigen der zwei ersten Versuchspersonen. Die 5-Minutenwerthe wachsen bis zum Schluss des ersten Tages recht gleichmäßig an. Im ersten Abschnitt findet sich eine geringfügige Antriebswirkung. Der Einfluss der Ermüdung lässt sich nicht nachweisen.

Tabelle XI.
Versuch I (D.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 2,3 | 0,5 | 0,9 | 3,6 | 0,0 | 2,7 | 2,8 | 1,2 |
| 0,6 | 2,0 | 4,6 | 11,1 | 11,7 | 22,9 | 20,0 | 29,0 | 21,6 | 13,5 | 25,4 | 18,7 | 19,0 |
| 0,8 | 13,0 | 10,4 | 23,6 | 27,7 | 18,4 | 23,0 | 22,8 | 29,3 | 35,4 | 25,4 | 41,0 | 31,5 |
| 1,0 | 18,0 | 16,8 | 20,1 | 19,7 | 22,9 | 22,6 | 16,0 | 19,5 | 21,1 | 12,5 | 16,5 | 19,4 |
| 1,2 | 19,0 | 29,5 | 19,6 | 16,9 | 13,0 | 16,9 | 15,5 | 7,2 | 14,4 | 12,0 | 8,0 | 12,4 |
| Ueber 1,2 | 47,0 | 38,7 | 25,6 | 21,5 | 20,5 | 17,0 | 15,8 | 18,8 | 15,6 | 22,0 | 13,0 | 16,5 |
| Leistung | 178 | 173 | 199 | 213 | 223 | 225 | 241 | 222 | 237 | 221 | 246 | 242 |

Sehr auffallend ist das Verhältniss der Additionszeiten im Versuch I: im ersten Abschnitt ist fast die Hälfte sämmtlicher Additionen in Zeiten von über 1,2″ ausgeführt worden; 0,4, 0,6 und 0,8″-Zeiten treten sehr stark zurück. Dieses Verhalten ändert sich aber bald; der Procentgehalt an 0,8″ steigt recht beträchtlich; auch die 0,6″ nehmen, wenn auch langsamer als die vorigen, zu. Die Zeiten über 1,2″ und die von 1,2″ nehmen hingegen regelmäßig ab; nur zum Schluss macht sich eine kleine Steigerung in Folge von Ermüdungswirkung geltend. In diesem Versuche nehmen die 0,8″ die bevorzugte Stellung ein, die bei den 2 ersten Versuchspersonen den 0,6″-Zeiten zukam. Die große Zahl der längeren Additionszeiten

(1,0 bis über 1,2″) deutet darauf hin, wie langsam D.'s Arbeitsweise anfangs war; das fast völlige Fehlen der Zeiten von 0,4″ spricht hingegen für eine gewisse Stetigkeit der Leistung.

Beträchtlich über der Schlussleistung des ersten Tages steht der erste 5-Minutenwerth des zweiten Versuches (Tabelle XII); er befindet sich unter dem Einfluss eines kleinen Antriebs. Dann steigt die im zweiten Abschnitte ein wenig gesunkene Leistung bis zum Schluss langsam an; doch finden wir im 7. Abschnitt einen auffallenden Nachlass, der wohl nicht als Ermüdungswirkung aufgefasst werden kann und daher vielleicht auf eine vorübergehende

Tabelle XII.
Versuch II (D.).

| Secunden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 0,0 | 1,2 | 0,4 | 1,5 | 1,1 | 2,5 | 2,8 | 1,6 | 3,4 | 3,0 |
| 0,6 | 15,9 | 10,1 | 13,9 | 23,5 | 18,0 | 28,5 | 28,1 | 45,7 | 45,0 | 49,0 |
| 0,8 | 45,8 | 33,3 | 40,4 | 44,0 | 45,4 | 33,5 | 40,5 | 31,2 | 33,9 | 35,6 |
| 1,0 | 22,5 | 32,0 | 25,8 | 17,0 | 20,9 | 18,1 | 11,6 | 14,2 | 10,0 | 6,0 |
| 1,2 | 6,5 | 14,6 | 10,5 | 9,0 | 6,6 | 9,7 | 9,5 | 3,7 | 3,9 | 4,2 |
| Ueber 1,2 | 9,3 | 8,8 | 9,0 | 5,0 | 8,0 | 7,7 | 7,5 | 3,6 | 3,8 | 2,2 |
| Leistung | 277 | 267 | 267 | 285 | 273 | 277 | 242 | 302 | 307 | 315 |

Störung zurückgeführt werden muss. Die 0,8″-Zeiten behaupten ihre am Schluss des ersten Versuchs gewonnene herrschende Stellung; die 0,6″-Zeiten treten gar nicht hervor. Recht beträchtlich, wenn auch etwa 5mal geringer als am Anfang des vorigen Versuchs, ist die Zahl der über 1,2″ betragenden Zeiten. Im Laufe des Versuchs ändert sich das Verhältniss der Additionszeiten sehr allmählich, aber ganz stetig: die Zeiten von 0,8″ und über 1,2″ nehmen ab und die 0,6″-Zeiten steigen so lange, bis sie im Abschnitt 10 die gleiche Stellung einnehmen, wie die 0,8″-Zeiten am Anfange dieses Tages. Die Zeiten über 1,2″ sind in 10 nur ganz gering an Zahl; über 80 Procent sämmtlicher Additionszeiten bilden diejenigen von 0,6 und 0,8″, ein Beweis für die langsame und gleichmäßige Arbeits-

weise von D.! Auch in diesem Versuch spielen die sehr kurzen Additionszeiten von 0,4″ gar keine Rolle, was wieder auf das Fehlen der Antriebswirkungen hinweist.

Tabelle XIII. [1])
Versuch III (D.).

| Secunden | 1 | 2 | | 3* | | 4* | | 5* | | 6* | | 7* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 1,0 | 3,4 | 5 Minuten Pause | 3,4 | 5 Minuten Pause | 3,8 | 5 Minuten Pause | 3,0 | 5 Minuten Pause | 3,8 | 5 Minuten Pause | 5,6 |
| 0,6 | 54,4 | 59,8 | | 82,4 | | 82,9 | | 69,0 | | 80,0 | | 76,6 |
| 0,8 | 29,5 | 26,8 | | 13,0 | | 11,4 | | 23,7 | | 13,5 | | 13,8 |
| 1,0 | 7,5 | 4,5 | | 0,5 | | 1,1 | | 2,3 | | 2,0 | | 2,5 |
| 1,2 | 4,8 | 2,7 | | 0,5 | | 0,4 | | 1,0 | | 0,5 | | 1,0 |
| Ueber 1,2 | 2,8 | 2,8 | | 0,2 | | 0,4 | | 1,0 | | 0,2 | | 0,5 |
| Leistung | 323 | 328 | | 417 | | 420 | | 405 | | 421 | | 414 |

Der Versuch III (Tabelle XIII) begann mit einer fortlaufenden Arbeit von 15 Minuten, von denen die letzten 5 Minuten für unsere Methode der Berechnung unbrauchbar waren; darauf folgte der »durchbrochene Versuch«. Die Leistung zeigt zunächst ein langsames Ansteigen; nach der ersten Pause erreicht sie eine bedeutende Höhe. Der Sprung von 2 zu 3* ist zu groß, als dass wir ihn nur als Uebungswirkung betrachten könnten; vielmehr müssen wir einen ursächlichen Zusammenhang mit der vorausgegangenen Pause annehmen. Auch in den Abschnitten 4*, 5*, 6* und 7* bleibt die Leistung annähernd auf gleicher Höhe. Ermüdungswirkungen sind nicht nachweisbar. In Abschnitt 1 hat sich das Verhältniss der 0,6″ zu den 0,8″-Zeiten gegenüber dem Abschnitt 10 des vorhergehenden Tages noch zu Gunsten der ersteren verändert; wir dürfen daraus schließen, dass gegen Ende des Versuchs die Ermüdung das Auftreten der 0,6″-Zeiten etwas beeinträchtigt hatte. Sehr gering ist der Procentgehalt

[1]) Die mit einem * versehenen Abschnitte folgen auf die 5-Minutenpausen.

an langen Additionszeiten; ebenso verhält es sich im 2. Abschnitt, in welchem die 0,6″-Zeiten noch immer zunehmen. Nach der ersten Pause verhalten sich die Additionszeiten ganz anders; die 0,6″-Zeiten haben eine maximale Höhe erreicht, die in keinem Abschnitte aller bisher besprochenen Versuche beobachtet wurde. Alle anderen Additionszeiten, mit Ausnahme der 0,8″, sind fast völlig verschwunden; mithin hat die Arbeit beinahe das Maximum der Gleichmäßigkeit erreicht. Ganz ähnlich verhält sich der Abschnitt 4*, während in 5* die Zeiten von 0,6″ zu Gunsten der 0,8″ sich recht stark vermindert haben. Wir sind nicht geneigt, diese Thatsache als Ermüdungswirkung aufzufassen; vielmehr möchten wir darin nur einen geringen Nachlass des Arbeitseifers erblicken. Diese Erklärung scheint uns wenigstens durch das Verhalten des Abschnittes 6* gestützt zu werden; derselbe bietet im wesentlichen das gleiche Bild wie 3* und 4*. Auch 7* zeigt bis auf eine geringe Zunahme der 0,4″ keine Abweichungen. In diesem Versuche finden wir keine Antriebswirkungen, doch ist die Zahl der 0,4″-Zeiten gegenüber den anderen Versuchen etwas gestiegen. Diese Thatsache könnte vielleicht zu den Pausen in Beziehung stehen.

Die Veränderungen des Verhaltens der einzelnen Additionszeiten unter dem Einflusse der Uebung und der anderen Arbeitsfactoren lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

Bei allen drei Versuchspersonen bewirkt die Uebung eine langsame Zunahme der Additionszeiten von 0,6″, ferner eine Abnahme der mehr als 1,2″ betragenden Zeiten. Die Arbeit wird unter dem Einfluss der Uebung gleichmäßiger. Die Uebung vermehrt die Anzahl der ganz kleinen Zeiten von 0,4″ nur bei D. in geringem Grade; bei K. ändert sich der Procentgehalt an 0,4″-Zeiten wenig, bei V. nehmen dieselben sogar ab. Daraus scheint uns zu folgen, dass die Uebung die Additionszeiten nur bis zu einem gewissen Grade, nicht aber bis auf's Mindestmaß verkürzt.

Die Ermüdung hatte stets eine der Uebung entgegengesetzte Wirkung: sie verminderte die 0,6″ und vermehrte die über 1,0″ betragenden Zeiten.

Der Antrieb bewirkt eine rasch einsetzende und verschwindende Beschleunigung der Arbeit. Er verkürzt die einzelnen Additionszeiten bis auf das Mindestmaß von 0,4″. Gleichzeitig nehmen oft die

0,6″-Zeiten ab (vgl. Versuch V [V.]); die Arbeit wird dadurch ungleichmäßiger.

Die Einflüsse schlechter Disposition treten uns am deutlichsten in den Versuchen V (V.) und IV (K.) entgegen.Die Leistung ist in diesen Fällen ungleichmäßig und zeichnet sich durch ausgeprägte Antriebswirkungen aus.

### III. Die Abweichungen vom Mittelwerth.

Wir gehen nunmehr über zur Betrachtung der Größe der Abweichungen vom Mittelwerthe und wollen zunächst noch in Kürze auf die Besonderheiten der Berechnungsmethode aufmerksam machen. Die für jede 5 Minuten bestimmte Mittelzone — M.-Z. — giebt uns ein Bild der steigenden oder sinkenden Leistung. Die innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe konnten nur geringen Unterschieden in der Arbeitsgeschwindigkeit entsprechen; die Zahl der über oder unter der M.-Z. gelegenen Werthe giebt uns einen Begriff davon, wie viele stärkere Abweichungen in jedem 5-Minutenabschnitte vorkamen. Wir berücksichtigen in dieser Berechnung also nur die Größe der Abweichungen und vergleichen die Anzahl der nach oben oder unten gerichteten Abweichungen mit den in der M.-Z. gelegenen Werten.

Im Versuch III (vgl. Tab. XIV) nimmt die Zahl der in der M.-Z. gelegenen Werthe bis zum 5. Abschnitte zu. Von da an bemerken wir eine Abnahme derselben, während dem entsprechend die Abweichungen nach oben und unten zunehmen; im 12. Abschnitt sehen wir unter dem Einfluss des Schlussantriebs die Zahl der Abweichungen nach oben hin stark anwachsen. In den Abschnitten, die eine geringe Leistung aufweisen, beobachten wir regelmäßig eine Zunahme der außerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe. Im Versuch IV ist die Zahl der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe bedeutend größer als im vorhergehenden, aber nur bis zum 7. Abschnitt; von da ab sinkt dieselbe stark. Am allerungünstigsten ist das Verhältniss in 10 und 12. Die Ermüdung macht sich in diesem Versuch schon früh (in 6) bemerkbar; Abschnitt 7 zeigt uns eine Verbesserung der Leistung und des Verhältnisses der Zahlenwerthe, die wir, wie in der ersten Betrachtung desselben Versuchs, auf den Müdigkeitsantrieb zurückführen könnten.

## Tabelle XIV. (Versuche von V.)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittelzone | 8—10 | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 8—10 | 7—9 | 7—9 | Versuch III |
| über der Mittelzone | 11 | 11 | 15 | 6 | 4 | 10 | 9 | 4 | 10 | 12 | 14 | 18 | |
| in der Mittelzone | 19 | 19 | 13 | 24 | 27 | 24 | 22 | 22 | 20 | 18 | 18 | 18 | |
| unter der Mittelzone | 8 | 6 | 11 | 11 | 10 | 6 | 9 | 12 | 11 | 11 | 9 | 6 | |
| Mittelzone | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 9—11 | 8—10 | Versuch IV |
| über der Mittelzone | 6 | 6 | 9 | 6 | 4 | 9 | 6 | 14 | 6 | 17 | 6 | 11 | |
| in der Mittelzone | 25 | 27 | 26 | 28 | 23 | 24 | 31 | 20 | 25 | 10 | 29 | 15 | |
| unter der Mittelzone | 7 | 8 | 6 | 7 | 14 | 8 | 4 | 11 | 13 | 15 | 5 | 13 | |
| Mittelzone | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 9—11 | 10—12 | Versuch V |
| über der Mittelzone | 8 | 7 | 16 | 11 | 15 | 16 | 11 | 14 | 16 | 16 | 12 | 8 | |
| in der Mittelzone | 24 | 22 | 19 | 17 | 14 | 14 | 19 | 23 | 15 | 17 | 13 | 22 | |
| unter der Mittelzone | 9 | 12 | 6 | 14 | 10 | 11 | 13 | 5 | 11 | 10 | 15 | 10 | |

| Mittelzone | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 9—11 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | Versuch VI |
| über | der Mittelzone | 12 | 15 | 7 | 2 | 7 | 5 | 7 | 6 | 8 | 15 | 16 | 13 | |
| in | | 19 | 18 | 28 | 31 | 26 | 27 | 25 | 26 | 21 | 23 | 21 | 21 | |
| unter | | 8 | 10 | 4 | 6 | 7 | 7 | 9 | 10 | 12 | 3 | 6 | 8 | |
| Mittelzone | | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 10—12 | 9—11 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | Versuch VII |
| über | der Mittelzone | 9 | 8 | 5 | 2 | 2 | 1 | 5 | 4 | 14 | 18 | 18 | 17 | |
| in | | 30 | 27 | 26 | 30 | 29 | 30 | 28 | 26 | 22 | 16 | 16 | 20 | |
| unter | | 4 | 6 | 13 | 10 | 13 | 10 | 9 | 11 | 6 | 10 | 11 | 7 | |
| Mittelzone | | 9—11 | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 10—12 | 10—12 | 8—10 | 9—11 | 8—10 | 10—12 | 9—11 | 9—11 | Versuch VIII |
| über | der Mittelzone | 7 | 13 | 12 | 9 | 6 | 5 | 11 | 12 | 13 | 3 | 11 | 12 | |
| in | | 26 | 24 | 23 | 23 | 26 | 24 | 22 | 17 | 21 | 31 | 22 | 23 | |
| unter | | 8 | 6 | 10 | 10 | 11 | 16 | 10 | 13 | 10 | 8 | 11 | 7 | |

Ganz anders verhält sich der Versuch V; das Verhältniss der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe zu den außerhalb liegenden ist mit alleiniger Ausnahme des ersten und des letzten Abschnittes recht ungünstig. Es häufen sich also die großen Abweichungen in diesem Versuch; die Leistung ist sehr unregelmäßig. Das günstigere Verhältniss der Werthe in 1 und 12 dürfen wir vielleicht auf Antriebswirkung zurückführen. Diese Auffassung widerspricht anscheinend der von uns bei unserer ersten Betrachtungsweise gemachten Annahme, dass der Antrieb die Arbeit ungleichmäßig mache durch Häufung sehr kleiner Additionszeiten. Wir müssen aber in Betracht ziehen, dass die hier angewandte Berechnungsmethode nicht die einzelnen Additionszeiten berücksichtigt, sondern nur die groben Abweichungen hervortreten lässt. Die Häufung dieser letzteren ist eine Ermüdungswirkung. Es ist daher leicht erklärlich, dass der Antrieb die Anzahl der Abweichungen herabsetzt, auch wenn die kleinen, durch die Zusammenfassung verloren gehenden Schwankungen der Additionszeiten zunehmen. Die Lage der M.-Z. ist in 12 höher als in allen bisher geschilderten Versuchen.

Im Versuch VI ist das Verhältniss der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe zu den großen Abweichungen viel günstiger. In den Abschnitten 3—8 muss die Arbeit recht gleichmäßig gewesen sein; dann machen sich wieder Ermüdungswirkungen geltend und mit der Lage der M.-Z. selbst sinkt auch die Zahl der innerhalb derselben gelegenen Werthe beträchtlich.

Aehnlich verhält sich der Versuch VII; auch hier beginnt die Verschlechterung der Leistung mit der Zunahme der großen Abweichungen im 9. Abschnitt. Von 1—8 ist die Zahl der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe recht bedeutend. In beiden Versuchen VI und VII liegt die M.-Z. recht hoch. Aehnlich verhält sich der Anfang des Versuchs VIII, während gegen das Ende desselben die Lage der M.-Z. öfters wechselt und auch nicht so hoch ist wie in den 2 vorhergehenden Versuchen. Auffallend ist das Sinken der M.-Z. im 3. Abschnitt; zugleich erreicht die Zahl der großen Abweichungen hier fast diejenige der M.-Z.-Werthe. Der am Ende der Versuchsreihe auftretende starke Schlussantrieb hebt die M.-Z., die unter der Wirkung der Ermüdung gesunken war, wieder empor, besonders stark in 10; doch ist diese Wirkung offenbar nur sprunghaft, vorübergehend.

## Tabelle XV. (Versuche von K.)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittelzone | 7—9 | 6—8 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | 7—9 | Versuch I |
| über der Mittelzone | 13 | 7 | 4 | 9 | 15 | 9 | 12 | 10 | 11 | 7 | 11 | 7 | |
| in der Mittelzone | 19 | 26 | 26 | 23 | 18 | 21 | 19 | 24 | 23 | 29 | 24 | 23 | |
| unter der Mittelzone | 6 | 8 | 9 | 7 | 7 | 13 | 12 | 8 | 8 | 5 | 9 | 11 | |
| Mittelzone | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | Versuch II |
| über der Mittelzone | 8 | 8 | 4 | 7 | 16 | 12 | 12 | 7 | 12 | 3 | 10 | 10 | |
| in der Mittelzone | 25 | 25 | 28 | 22 | 19 | 21 | 23 | 19 | 17 | 32 | 25 | 21 | |
| unter der Mittelzone | 7 | 9 | 10 | 13 | 4 | 7 | 6 | 12 | 11 | 8 | 7 | 13 | |
| Mittelzone | 8—10 | 8—10 | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | 8—10 | Versuch III |
| über der Mittelzone | 14 | 14 | 6 | 14 | 4 | 9 | 15 | 10 | 14 | 10 | 11 | 10 | |
| in der Mittelzone | 22 | 22 | 27 | 22 | 30 | 21 | 23 | 27 | 21 | 23 | 24 | 22 | |
| unter der Mittelzone | 3 | 7 | 10 | 7 | 9 | 14 | 5 | 5 | 7 | 10 | 9 | 12 | |
| Mittelzone | 9—11 | 8—10 | 9—11 | 9—11 | 9—11 | 10—12 | 10—12 | 9—11 | 9—11 | 10—12 | 9—11 | 9—11 | Versuch IV |
| über der Mittelzone | 3 | 9 | 6 | 7 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 1 | 9 | 5 | |
| in der Mittelzone | 26 | 25 | 26 | 23 | 24 | 33 | 28 | 25 | 30 | 32 | 29 | 28 | |
| unter der Mittelzone | 13 | 9 | 10 | 13 | 9 | 6 | 12 | 11 | 2 | 11 | 5 | 12 | |

Die Gleichmäßigkeit der Arbeitsweise von K., die uns in der procentischen Vertheilung der Additionszeiten entgegentrat, findet ihre volle Bestätigung bei der Betrachtung der Größe der Abweichungen. Es fällt uns sofort auf, dass im Versuch I die Mittelzone einzig und allein im 2. Abschnitt ihre Lage ändert; sie sinkt hier mit der Leistung. Die Anzahl der größeren Abweichungen ist nicht bedeutend, meist geringer als diejenige der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe.

Im Versuch II ist die Lage der M.-Z. vom Anfang bis zum Ende unverändert, das Verhältniss der Abweichungen zu den Mittelwerthen fast durchweg günstig. Ganz ähnlich ist das Ergebniss des Versuchs III, nur dass hier die M.-Z. sich vorübergehend erhebt, ohne dass dadurch das günstige Verhältniss der Mittelwerthe zu den außerhalb gelegenen sich ändert. Der unter dem Einfluss ungünstiger Tagesdisposition stehende Versuch 4 zeigt mehrfachen Lagewechsel der M.-Z., und zwar sinkt sie im 2. Abschnitt herab, steigt dann über die Anfangshöhe hinaus, sinkt im 8. auf die Anfangshöhe, über die sie sich in 10 nur noch einmal vorübergehend erhebt. Diese Erhebung der M.-Z. und das anfängliche Sinken derselben sind das einzige Kennzeichen der ungleichmäßigen Arbeitsweise jenes Tages. Das Verhältniss der Mittelwerthe zu den außerhalb der M.-Z. gelegenen ist in diesem Versuche günstiger als in den vorhergehenden.

Die Zahl der Abweichungen von der M.-Z. ist in den D.'schen Versuchen nicht bedeutend. Die M.-Z. des Versuchs I beginnt, entsprechend der sehr geringen Anfangsleistung, ganz tief, steigt darauf allmählich bis zum 11. Abschnitt und sinkt wieder ein wenig in 12. Die Zahl der innerhalb der M.-Z. gelegenen Werthe ist sehr gleichmäßig; weitaus die Ueberzahl gehört den Mittelwerthen an. Im Versuch II steigt die M.-Z. immer höher; die Zahl der großen Abweichungen ist nur gering. Die ersten 10 Minuten des Versuches III zeigen uns wieder eine stetige Erhebung der M.-Z. Nach der ersten 5-Minutenpause erreicht sie aber das Maximum ihrer Höhe; wie der Procentgehalt an 0,6″-Zeiten, so wird auch die Höhe der M.-Z. im durchbrochenen Versuch von keinem andern Abschnitte erreicht. Dabei ist die Zahl der Abweichungen verschwindend klein. Nur im Abschnitt 5*, in welchem wir auch eine Verminderung der 0,6″-Zeiten zu Gunsten der 0,8″ fanden, sinkt die M.-Z. ein wenig;

## Tabelle XVI. (Versuche von D.)

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittelzone | | 3—5 | 3—5 | 4—6 | 5—7 | 5—7 | 5—7 | 5—7 | 5—7 | 5—7 | 5—7 | 6—8 | 5—7 | Versuch I |
| über | der Mittelzone | 5 | 6 | 7 | 1 | 7 | 6 | 8 | 6 | 3 | 5 | 4 | 8 | |
| in | | 31 | 32 | 29 | 27 | 21 | 25 | 27 | 28 | 31 | 26 | 26 | 25 | |
| unter | | 7 | 2 | 1 | 10 | 10 | 7 | 4 | 4 | 6 | 7 | 7 | 5 | |
| Mittelzone | | 6—8 | 6—8 | 6—8 | 7—9 | 6—8 | 7—9 | 6—8 | 7—9 | 8—10 | 8—10 | | | Versuch II |
| über | der Mittelzone | 5 | 1 | 3 | 4 | 6 | 1 | 8 | 8 | 5 | 5 | | | |
| in | | 30 | 31 | 31 | 28 | 30 | 28 | 26 | 23 | 24 | 25 | | | |
| unter | | 3 | 9 | 5 | 6 | 2 | 8 | 3 | 5 | 6 | 4 | | | |
| | | 1 | 2 | | 3* | | 4* | | 5* | | 6* | | 7* | Versuch III (durchbrochen) |
| Mittelzone | | 8—10 | 9—11 | 5 Minuten Pause | 11—13 | 5 Minuten Pause | 11—13 | 5 Minuten Pause | 10—12 | 5 Minuten Pause | 11—13 | 5 Minuten Pause | 11—13 | |
| über | der Mittelzone | 9 | 3 | | 1 | | 2 | | 0 | | 1 | | 3 | |
| in | | 19 | 25 | | 33 | | 29 | | 30 | | 33 | | 23 | |
| unter | | 6 | 6 | | 1 | | 5 | | 7 | | 4 | | 9 | |

sie erhebt sich in den 2 folgenden Abschnitten aber wieder auf ihre erste Höhe, und aus der Thatsache, dass im Abschnitt 5* und 6* keine Vermehrung der Abweichungen erfolgt, können wir schließen, dass es sich nur um ein vorübergehendes Nachlassen, um keine Ermüdungswirkungen handelt.

Das Verhalten der Mittelzone und die Zahl der Abweichungen nach oben und unten wird in folgender Weise beeinflusst:

Die Uebung bewirkt eine Erhebung der Mittelzone und vermindert die Zahl der Abweichungen nach oben und unten.

Die Ermüdung zeigt sich im Sinken der Mittelzone und in einer Zunahme der Abweichungen.

Der Antrieb scheint oft eine Zunahme der Schwankungen nach oben zu bewirken, die sich unter Umständen einfach in einer Erhöhung der Mittelzone ausdrückt (s. Versuch VIII, 10; V).

Die schlechte Disposition macht sich bei V. (Versuch V) in einer Verminderung der Mittelwerthe und Zunahme der Abweichungen nach oben und unten bemerkbar. Bei K. (Versuch IV) prägt sie sich bei dieser Betrachtungsweise gar nicht aus.

## IV. Die Dauer der Schwankungen.

Um über die zeitliche Dauer der beobachteten Schwankungen ein Urtheil zu gewinnen, haben wir in der Tabelle XVII nach dem früher geschilderten Verfahren eine Uebersicht über die Häufigkeit der verschieden langen Schwankungen in den Versuchen III—VIII (V.) gegeben. Die Tabelle giebt an, in welcher Zahl Schwankungen von der Dauer zwischen 7/5 und 25/5″ beobachtet wurden. Kürzere Schwankungen kamen nur ganz vereinzelt vor; Schwankungen über 25/5″ fanden sich ziemlich zahlreich und betrugen 180 bis 250, im Mittel also 215 für jeden Versuch, doch zeigten sie keine besonderen Eigenthümlichkeiten und sind daher nicht im Einzelnen aufgeführt worden.

Das Verhalten der dargestellten Schwankungen ist in allen Versuchen überraschend einheitlich: wir sehen, dass ausnahmslos auf die recht hohe Zahl der 7/5″-Schwankungen zwei niedrigere Werthe für 8/5 und 9/5″ folgen; dann erhebt sich die Zahl bei 10/5 und sinkt bei 11/5 und 12/5″ wieder. Sodann findet sich eine bedeutende Er-

Tabelle XVII.

| Schwankungen in 1/5″ | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 45 | 38 | 37 | 33 | 50 | 40 |
| 8 | 20 | 30 | 25 | 23 | 33 | 22 |
| 9 | 37 | 32 | 21 | 17 | 25 | 17 |
| 10 | 41 | 52 | 33 | 41 | 39 | 40 |
| 11 | 38 | 37 | 25 | 23 | 25 | 30 |
| 12 | 31 | 34 | 28 | 21 | 37 | 39 |
| 13 | 40 | 49 | 43 | 42 | 54 | 44 |
| 14 | 37 | 27 | 38 | 36 | 27 | 38 |
| 15 | 29 | 33 | 36 | 27 | 24 | 35 |
| 16 | 36 | 39 | 33 | 35 | 41 | 37 |
| 17 | 36 | 28 | 33 | 22 | 26 | 31 |
| 18 | 26 | 21 | 30 | 19 | 13 | 22 |
| 19 | 33 | 34 | 33 | 20 | 30 | 31 |
| 20 | 21 | 21 | 26 | 22 | 20 | 21 |
| 21 | 29 | 26 | 35 | 18 | 13 | 20 |
| 22 | 22 | 21 | 19 | 28 | 26 | 23 |
| 23 | 26 | 20 | 21 | 17 | 23 | 14 |
| 24 | 18 | 21 | 12 | 8 | 14 | 21 |
| 25 | 20 | 24 | 21 | 21 | 24 | 18 |
| Summe aller Schwankungen | 586 | 590 | 549 | 468 | 544 | 543 |

hebung bei 13/5, Abnahme bei 14/5 und 15/5; endlich zeigen 16/5 19/5, 22/5 und 25/5 meist noch eine Zunahme, während die zwischenliegenden Werthe zurücktreten. Fassen wir diese Thatsachen zusammen, so sehen wir, dass Schwankungen von 7,10 und 13/5″ regel-

mäßig, solche von 16/5 und 19/5″ fast ausnahmslos, diejenigen von 22/5″ in der Hälfte der Versuche und die von 25/5″ meist vor den dazwischen gelegenen bevorzugt sind. Wir haben es hier also mit einer deutlichen Periodicität der Schwankungen zu thun. Nicht nur zeigen Schwankungen von ganz bestimmter Dauer die größte Häufigkeit, sondern die Schwankungen von größter Häufigkeit kehren auch in Abständen von 3/5″ immer wieder. Am stärksten vertreten sind dabei die Schwankungen von 13/5″, ihnen nahe kommen diejenigen von 10, dann die von 7 und endlich jene von 16, 19, 22 und 25/5″-Dauer.

Um nun das mehr oder weniger starke Hervortreten der bevorzugten Schwankungen in den einzelnen Versuchen zu verfolgen, verglichen wir die Summe aller Schwankungen von 7, 10, 13, 16, 19 und 25/5″-Dauer in jedem Versuche mit der halben Summe aller übrigen Schwankungen bis zu 24/5″. Die bevorzugten Schwankungen überwogen danach an Häufigkeit in den einzelnen Versuchen um 48, 95, 35, 58, 100 und 60. Vergleichen wir nun dieses Ergebniss mit dem, was wir aus unseren ersten beiden Berechnungsmethoden über den Ausfall der einzelnen Versuche wissen, so wird es uns zunächst auffallen, dass die Versuche IV, VI und VII, die sich durch eine besonders gleichmäßige Arbeit auszeichneten, hier das stärkste Ueberwiegen der bevorzugten Schwankungen aufweisen, namentlich IV und VII. Der Versuch V war uns durch die Unregelmäßigkeit der Leistung und die starken Antriebswirkungen aufgefallen; in diesem überwiegen die bevorzugten Schwankungen am wenigsten. Wir dürfen vielleicht daraus schließen, dass der Antrieb die Periodicität der Schwankungen, wenn nicht zu verdecken, so doch zu vermindern im Stande ist.

Von größtem Interesse ist das Ergebniss unserer Berechnung der Dauer der einzelnen Schwankungen bei K., wie es uns die Tabelle XVIII darstellt. Wir begegnen hier derselben Erscheinung wie bei der ersten Versuchsperson: auf ein Maximum bei 7/5″ folgt eins bei 10 u. s. w., in regelmäßigen Abständen von 3/5″. Die Maxima bis 16/5″ treten in allen 4 Versuchen gleich klar hervor; 19/5 werden einmal von 18/5, 22/5 zweimal, 25/5 ebenfalls zweimal von den vorhergehenden Zahlen übertroffen. In den 2 letzten Versuchen bilden alle Zahlen, die um je 3/5″ von einander entfernt sind,

## Tabelle XVIII.

| Dauer der Schwankungen in 1/5″ | K | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| 7 | 46 | 64 | 49 | 66 |
| 8 | 32 | 26 | 24 | 36 |
| 9 | 33 | 29 | 29 | 24 |
| 10 | 48 | 51 | 65 | 54 |
| 11 | 55 | 53 | 42 | 41 |
| 12 | 47 | 41 | 44 | 33 |
| 13 | 52 | 71 | 56 | 56 |
| 14 | 50 | 52 | 42 | 42 |
| 15 | 49 | 47 | 37 | 47 |
| 16 | 57 | 55 | 47 | 60 |
| 17 | 35 | 29 | 37 | 39 |
| 18 | 42 | 25 | 29 | 33 |
| 19 | 35 | 47 | 36 | 47 |
| 20 | 21 | 34 | 24 | 31 |
| 21 | 37 | 26 | 21 | 28 |
| 22 | 37 | 22 | 35 | 32 |
| 23 | 29 | 26 | 24 | 27 |
| 24 | 27 | 22 | 19 | 18 |
| 25 | 17 | 19 | 30 | 24 |
| Summe der Schwankungen | 723 | 740 | 620 | 705 |

von 7/5″ angefangen, deutliche Maxima. Fassen wir, wie bei unserer ersten derartigen Betrachtung, die Zahl der bevorzugten Werthe zusammen und subtrahiren davon die halbe Summe aller dazwischen

liegenden, so erhalten wir folgende Zahlen: 51, 128, 122, 105. Es findet sich wiederum eine Uebereinstimmung mit unseren früheren Ergebnissen, denn die beiden recht gleichmäßig gerechneten Versuche II und III zeigen das stärkste Ueberwiegen, während der unter dem Einfluss schlechter Disposition stehende vierte Versuch hinter seinen Vorgängern zurückbleibt. Das Verhältniss der bevorzugten Werthe unter einander ist folgendes: am häufigsten kommen Schwankungen von 13/5″-Dauer vor, es folgen 7, 10, 16/5″ und die übrigen. Die Anzahl der in der Tabelle angeführten Schwankungen gegenüber den vereinzelt vorkommenden einerseits sehr kurzen, andererseits sehr langen Schwankungen ist in den K.'schen Versuchen recht bedeutend; die lange Dauer einzelner Schwankungen möchten wir auf die Annahme zurückführen, dass sie aus mehreren kürzeren durch Verschmelzung entstanden sein dürften. Ihre Anzahl beträgt etwa 160—200 in jedem Versuche.

Die Tabelle XIX giebt uns ein Bild von der Dauer der Schwankungen in den D.'schen Versuchen. In I und II vermissen wir den bei V. und K. gefundenen Rhythmus fast völlig. Wir finden Maxima, in I auf 11, 13, 19 und 20 und in II auf 7, 9, 11, 13, 17, 19, 22. Im letzteren Versuche scheint auch eine Art Regelmäßigkeit vorzuliegen, und zwar wären es die ungeraden Zahlen, die bevorzugt wurden: es könnte sich hier um eine Verkürzung der Periodicität handeln. Ein ganz anderes Bild bietet jedoch der Versuch III dar. In der Tabelle sehen wir unter IIIa die Ergebnisse der ersten 10 Minuten, unter b diejenigen des durchbrochenen Versuchs. Unter a finden wir Maxima in 7, 10 und 11, 13 und 16 — was schon mehr an das Verhalten der früher beschriebenen Versuche V.'s und K.'s erinnert. Unter b tritt die 3/5″ Periodicität mit einer einzigen unbedeutenden Ausnahme bei 22″ vollkommen deutlich wieder hervor.

Es wäre nun von Interesse, eine Erklärung zu finden, wodurch in den zwei ersten Versuchen D.'s die Periodicität der Arbeitsschwankungen verdeckt werden konnte. Andeutungen des bekannten Rhythmus fanden sich übrigens auch dort in der Bevorzugung der 13/5 und 19/5″-Schwankungen. Dass auch sonst eine relativ größere Häufigkeit der bekannten Zahlen vorlag, erhellt noch aus einem anderen Umstande. Wenn wir wieder die Summe aller bevorzugten

## Tabelle XIX.

| Dauer der Schwankungen in $^1/_5'$ | D | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | |
| | | | a | b |
| 7 | 5 | 25 | 17 | 13 |
| 8 | 4 | 6 | 2 | 4 |
| 9 | 17 | 39 | 5 | 1 |
| 10 | 19 | 28 | 10 | 13 |
| 11 | 32 | 30 | 14 | 6 |
| 12 | 20 | 21 | 3 | 3 |
| 13 | 35 | 42 | 12 | 18 |
| 14 | 32 | 27 | 4 | 8 |
| 15 | 31 | 27 | 4 | 3 |
| 16 | 29 | 30 | 8 | 16 |
| 17 | 24 | 36 | 3 | 7 |
| 18 | 25 | 18 | 5 | 7 |
| 19 | 39 | 29 | 4 | 19 |
| 20 | 41 | 22 | 4 | 7 |
| 21 | 23 | 12 | 6 | 5 |
| 22 | 23 | 24 | 6 | 11 |
| 23 | 22 | 21 | 1 | 12 |
| 24 | 19 | 18 | 3 | 7 |
| 25 | 20 | 16 | 4 | 8 |
| Summe der Schwankungen | 438 | 456 | 111 | 160 |

Werthe mit der halben Summe der dazwischen liegenden Zahlen vergleichen, so erhalten wir in den Versuchen I und II ein Uebergewicht

von 6 und 39; in IIIa, d. h. während der ersten 10 Minuten des III. Versuches, ein solches von 30, in IIIb, dem durchbrochenen Versuche, von 55!

Bei unseren früheren Betrachtungen war uns die anfänglich sehr langsame Arbeitsweise D.'s aufgefallen. Der Procentgehalt der 0,6″-Zeiten war sehr gering, während die ganz langen, über 1,2″ betragenden Zeiten sich häuften. Ziehen wir nun in Betracht, dass bei V. und K. mit der steigenden Uebung der Rhythmus sich immer mehr verdeutlichte, dass er ferner um so mehr hervortrat, je gleichmäßiger die Arbeit von statten ging, so wird es uns vielleicht erklärlich scheinen, warum bei D. anfänglich diese Erscheinung nicht deutlich hervortrat. Die neue Arbeit des Addirens verursachte D. anfangs viel größere Schwierigkeiten als den anderen Versuchspersonen; er hatte bei jeder einzelnen Addition große Widerstände zu überwinden. Es leuchtet ein, dass, je automatischer eine Arbeit vor sich geht, um so deutlicher die physiologisch stattfindenden Schwankungen hervortreten werden. Mit der im Versuche III rasch ansteigenden Uebung sehen wir auch bei D. den bekannten Rhythmus erscheinen, welcher bis dahin verdeckt worden war.

Wie bei V. und K. so sind auch bei D. die Schwankungen von 13/5″-Dauer am meisten bevorzugt. Bei allen drei Versuchspersonen hatte die Uebung einen bedeutenden Einfluss auf das Hervortreten der bevorzugten Schwankungen. Wie schon mehrfach betont wurde, tritt der Rhythmus um so klarer hervor, je gleichmäßiger die Arbeit ist. Die Gleichmäßigkeit der Arbeit ist aber abhängig von der Uebung, wie wir schon früher nachgewiesen haben.

Den Einfluss der Ermüdung konnten wir in unseren zusammenfassenden Tabellen nicht verfolgen.

Dass die schlechte Disposition, vielleicht infolge der mit ihr auftretenden Antriebswirkungen, den Rhythmus der Schwankungen, wenn auch nicht zu verdecken, so doch zu verringern im Stande ist, beweisen die Versuche V von V. und IV von K. In beiden Versuchen bleiben die Maxima hinter denen der vorausgehenden Versuche zurück. —

## V. Persönliche Verschiedenheiten.

Als Maßstab für die Beurtheilung der Leistung des ersten Versuchstages können wir die von Oehrn gefundenen Zahlen benutzen; die Höchstleistung bei seinen Versuchspersonen betrug in der ersten Stunde 4739 ausgeführte Additionen, die Mindestleistung 2347 Zahlen.

Unsere Ergebnisse waren:

V. 3782
K. 3946
D. 2623

K. und V. bieten also eine mittlere Leistung, D. eine recht geringe.

Die Arbeitsweise war bei K. und D. im ersten Versuche sehr verschieden (V.'s erster Versuch war leider unbrauchbar). Während bei K. von vornherein der Procentgehalt an mittleren Additionszeiten, wie 0,6 und 0,8″, bei weitem überwiegt, sind bei D. die langen und sehr langen Additionszeiten in der Ueberzahl. Dieses anfängliche Verhalten ändert sich bei K. nur ganz allmählich, indem die Zeiten von 0,6″ langsam zunehmen; bei D. vermindern sich die langen Additionszeiten sehr schnell, während die 0,8″ rasch, die 0,6″ langsamer anwachsen.

Beide Versuchspersonen arbeiten ziemlich gleichmäßig, D. noch mehr als K., wie sich das aus der Thatsache ersehen lässt, dass die Zahl der großen Abweichungen von der Mittelzone bei K. viel beträchtlicher ist als bei D. Letzterer arbeitete sehr langsam, aber ohne dass erhebliche Differenzen in der Zahl der innerhalb 5″ ausgeführten Additionen vorkamen. Die Dauer der einzelnen Schwankungen ließ bei K. von Anfang an die Bevorzugung bestimmter Zeiten hervortreten, was bei D. nicht der Fall war; bei letzterem ließ sich nur feststellen, dass am häufigsten Schwankungen von 13/5″ Dauer aufgetreten waren; derselbe Werth war auch bei K. und V. in der Mehrzahl der Versuche am meisten bevorzugt.

Die Berechnung des Uebungsfortschritts nach der von Amberg angegebenen Methode ergab für V. einen durchschnittlichen täglichen Uebungszuwachs von 63,1 Zahlen für jede halbe Stunde, wenn wir diesen Werth aus allen 8 Versuchstagen berechnen.

Tabelle XX.

| Versuche von V. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 272 | 291 | 300 | 311 | 310 | 329 | 327 | 324 | 330 | 318 | 314 | 356 | 3782 |
| II | 362 | 348 | 350 | 368 | 381 | 362 | 370 | 362 | 352 | 354 | 350 | 317 | 4246 |
| III | 345 | 378 | 370 | 373 | 386 | 397 | 398 | 372 | 391 | 370 | 350 | 365 | 4495 |
| IV | 395 | 401 | 399 | 409 | 403 | 389 | 413 | 383 | 378 | 380 | 406 | 364 | 4705 |
| V | 415 | 402 | 420 | 412 | 409 | 430 | 393 | 406 | 380 | 380 | 409 | 442 | 4901 |
| VI | 423 | 393 | 419 | 444 | 450 | 437 | 440 | 441 | 412 | 411 | 401 | 399 | 5055 |
| VII | 443 | 430 | 425 | 447 | 442 | 439 | 440 | 423 | 405 | 416 | 425 | 420 | 5155 |
| VIII | 441 | 442 | 418 | 420 | 451 | 456 | 403 | 429 | 406 | 447 | 442 | 436 | 5181 |
| Versuche von K. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Summe |
| I | 322 | 294 | 316 | 322 | 326 | 334 | 337 | 339 | 343 | 340 | 351 | 322 | 3946 |
| II | 373 | 365 | 367 | 363 | 368 | 380 | 375 | 354 | 368 | 357 | 388 | 373 | 4431 |
| III | 402 | 402 | 411 | 393 | 414 | 416 | 409 | 414 | 399 | 389 | 392 | 392 | 4833 |
| IV | 404 | 384 | 413 | 419 | 416 | 455 | 450 | 430 | 436 | 464 | 444 | 411 | 5126 |
| Versuche von D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Summe |
| I | 178 | 173 | 199 | 213 | 223 | 225 | 241 | 222 | 237 | 221 | 246 | 242 | 2623 |
| II | 277 | 267 | 267 | 285 | 273 | 277 | 242 | 302 | 307 | 315 | 267 | 270 | 3349 |
| III | 323 | 328 | 365 | Pause | 417 | Pause | 420 | Pause | 405 | Pause | 421 | | |
| IV | 434 | 358 | 381 | 398 | 360 | 380 | 370 | 402 | 404 | 402 | 409 | 406 | 4704 |

Der auf gleiche Weise gewonnene Werth für den Uebungszuwachs bei K. betrug 96 Zahlen. Für D. lässt sich nur ein viertelstündlicher Uebungszuwachswerth berechnen. Auch dabei stoßen wir auf Schwierigkeiten, da D. am III. Versuchstage 35 Minuten lang gearbeitet hatte; wir mussten infolgedessen in unsere Berechnung statt 15 einmal 20 Minuten einschieben. Der Werth des halbstündigen Uebungszuwachses beträgt bei D. etwa 106 Zahlen, doch ist er nicht ohne weiteres mit

den bei V. und K. gefundenen Werthen vergleichbar. Eine Erscheinung, die schon bei früheren Versuchen beobachtet wurde, ist der rasche Fortschritt der Leistung vom ersten zum zweiten Tage. Der Fortschritt vom zweiten zum dritten Tage war oft unverhältnissmäßig geringer. Es ist zweifelhaft, ob wir diesen großen Unterschied allein auf Rechnung der Uebung setzen können; ob nicht vielmehr ein anderer Einfluss sich hier geltend macht. Die Neuheit der Umgebung, die oft ungewohnte Art der Arbeit legen den Gedanken nahe, dass die Leistung des ersten Versuchstages nicht allein durch die Uebung gesteigert wird, sondern dass auch die erst allmählich eintretende Gewöhnung an alle Nebenumstände von Wichtigkeit ist. Der zweite Tag wäre dann durch die im Laufe des ersten erlangte Gewöhnung bevorzugt und der Sprung der Leistung demnach auf Uebungsfortschritt und Gewöhnung zu beziehen. Es ist sicher, dass hierbei sehr oft persönliche Verschiedenheiten in Betracht kommen, denn in manchen Versuchen (z. B. bei K.) sind die Unterschiede in den Leistungen vom ersten zum zweiten und vom zweiten zum dritten Tage fast gleich groß.

Um den Einfluss der Gewöhnung in der Berechnung auszuschalten und den Werth des reinen Uebungsfortschrittes zu erhalten, haben wir bei einer zweiten Berechnung den ersten Tag bei V. und K. fortgelassen und dann folgende Werthe gefunden: Der Uebungsfortschritt (ohne Tag I) betrug bei V. 47 und bei K. 67 Zahlen.

Auf Grund der gewonnenen Zahlenwerthe können wir sagen, dass V. die geringste, K. eine größere und D. mit höchster Wahrscheinlichkeit die größte Uebungsfähigkeit besaß. Es entsteht nun die Frage, ob sich mit wachsender Uebung auch eine Aenderung in der Arbeitsweise unserer 3 Versuchspersonen nachweisen lässt.

Diese Untersuchung beginnt bei V. erst mit dem dritten Versuche, wo die Arbeitsweise noch nicht sehr gleichmäßig ausfällt. Obwohl der Procentgehalt an 0,6″-Zeiten ganz bedeutend ist, finden sich sehr viel Additionszeiten über 1,2″. Dieses Verhalten ändert sich nicht sehr stark, wenn auch im Versuche VIII die Zahl der 0,6″-Zeiten größer und die der Zeiten über 1,2″ geringer ist. Die Uebung von 8 Stunden hat bei V. das Procentverhältniss der Additionszeiten wohl so umgestaltet, dass die Leistung höher geworden ist, doch könnte die Arbeitsweise noch viel gleichmäßiger sein. Dieselbe Thatsache

prägt sich auch in dem Verhalten der M.-Z. und der zugehörigen Werthe aus. Wenn auch die Lage der M.-Z. gestiegen ist, so hat die Zahl der großen Abweichungen nicht entsprechend abgenommen. Endlich macht sich der Einfluss der Uebung auch in einer deutlicheren Ausprägung der periodischen Schwankungen in den Additionszeiten geltend.

Vergleichen wir bei K. das Procentverhältniss der Additionszeiten des I. und IV. Versuchstages mit einander, so sehen wir, dass die 0,6″-Zeiten zugenommen haben, allerdings nicht so stark wie bei der gleichzeitigen Abnahme der Zeiten über 1,2″ zu erwarten war. Dafür haben sich die ganz kurzen Zeiten von 0,4″ vermehrt, ein Zeichen dafür, dass hier wohl Antriebswirkungen aufgetreten sind. Wir können daraus auf eine im ganzen ungünstigere Tagesdisposition schließen. Noch deutlicher ist der größere Uebungsfortschritt bei K. wahrnehmbar, wenn wir den Versuch III von V. mit demjenigen von K. vergleichen. An beiden Tagen war die Tagesdisposition nicht schlechter als sonst, und doch wie viel gleichmäßiger ist K.'s Leistung geworden! Ebenso tritt uns im Verhalten der M.-Z. der beiden obengenannten Versuche von V. und K. die größere Gleichmäßigkeit in der Arbeitsweise bei K. entgegen. Das Hervortreten der bevorzugten Schwankungen wird bei K. durch die Uebung erheblich verstärkt. In den Versuchen III und IV erstreckt sich das häufigere Vorkommen der um 3/5″ fortschreitenden Schwankungen bis auf die 19/5, 22/5 und 25/5″, während das in Versuch I und II noch nicht der Fall war. —

Am schönsten tritt die Wirkung der Uebung auf die Arbeitsweise bei D. hervor, dessen Uebungsfähigkeit ja auch die größte war. Während im Beginn seines ersten Versuchs die sehr langen Additionszeiten weitaus am häufigsten waren, treten dieselben später allmählich zurück. Zunächst setzen sich (Schluss des ersten, Anfang bis Mitte des zweiten Versuchs) die 0,8″-Zeiten an ihre Stelle; endlich werden auch diese verdrängt, und die auch bei V. und K. vorherrschenden 0,6″-Zeiten nehmen stark zu, um im durchbrochenen Versuch III die größte überhaupt beobachtete Häufigkeit zu erreichen. So kommt eine sehr bedeutende Gleichmäßigkeit in der Arbeitsweise zu Stande. Während in D.'s Versuch I die Zeiten über 1,2 viel zahlreicher sind als in irgend einem Versuche der beiden anderen Personen, sind im

Anfange des Versuchs III bei D. die sehr langen Additionszeiten viel seltener als in den entsprechenden Versuchen bei V. und K. Die M.-Z. und die großen Abweichungen ändern sich bei D. bedeutend. Die erstere steigt viel stärker in die Höhe als bei V. und K. und die Zahl der großen Abweichungen ist wesentlich geringer als bei jenen. In den zwei ersten Versuchen von D. treten die bevorzugten Schwankungen kaum hervor; unter dem Einflusse der Uebung sehen wir dieselben im Versuch III ganz deutlich vorherrschen, genau wie in den Versuchen bei V. und K.

Auch bezüglich der Ermüdbarkeit weisen unsere Versuchspersonen bedeutende Unterschiede auf. Ein Bild der Ermüdungswirkung erhalten wir nach Amberg, wenn wir für die zweite halbe Arbeitsstunde jedes Tages die Differenz zwischen der auf Grund des täglichen halbstündigen Uebungszuwachses erwarteten und der wirklich erhaltenen Leistung bilden. Allerdings ist dieser Werth zweifellos noch zu klein, weil bei der Berechnung des Uebungszuwachses der tägliche Uebungsverlust außer Ansatz bleiben musste. Für unsere beiden ersten Versuchspersonen ergeben sich auf diese Weise durchschnittliche Ermüdungswirkungen von 133 Zahlen bei V. und 63 Zahlen bei K. Lassen wir auch hier aus den oben besprochenen Gründen den ersten Versuchstag außer Acht, so erhalten wir die Werthe von 117 und 34, von denen jedoch namentlich der letztere wegen der geringen Zahl von Versuchstagen sehr unsicher ist. Dazu kommt, dass die erste halbe Stunde des Versuchs IV von K. eine viel geringere Leistung aufweist, als sich wohl mit Recht erwarten ließ; wir haben schon mehrfach Gelegenheit gehabt, auf die ungünstige Disposition dieses vierten Versuchstages hinzuweisen. Immerhin kann es als ziemlich sicher gelten, dass K. eine geringere Ermüdbarkeit besaß, als V.

Bei D. war eine genauere Berechnung der Ermüdungswirkungen leider nicht möglich; doch ließ sich am ersten Tage gar keine Leistungsabnahme im Laufe der zweiten halben Stunde feststellen; im Versuch II betrug dieselbe 57, und im Versuch IV nur 24 Zahlen. Diese Werthe würden vielleicht für eine ziemlich geringe Ermüdbarkeit bei D. sprechen. Unsere Ergebnisse sind deswegen überraschend, weil sich bisher bei verschiedenen Gelegenheiten ein gleichartiges Verhalten des Uebungsfortschritts und der Ermüdbarkeit bei denselben

Versuchspersonen hatte nachweisen lassen. Hier dagegen ordnen sich die Personen nach ihrer Uebungsfähigkeit in die Reihe D., K., V., nach ihrer Ermüdbarkeit aber folgen V, K., D. aufeinander. Allerdings sind die Anhaltspunkte für die Beurtheilung jener Eigenschaften bei K. und D. nur sehr unvollkommen. Es muss sich bei weiteren Erfahrungen zeigen, ob wir es hier nur mit ungenügenden Versuchszahlen oder mit wirklichen Ausnahmen von der sonst gefundenen Regel zu thun haben.

Die Ergebnisse unserer verschiedenen Berechnungsmethoden stützen die Annahme von der verschiedenen Ermüdbarkeit der 3 Versuchspersonen vollkommen. Das Verhältniss der Additionszeiten zeigt uns bei V. den Zeitpunkt des Eintritts der Ermüdungswirkung direct an. Man vergleiche z. B. die Abschnitte 7 und 8 des Versuchs VII, wo sich ein steiler Abfall der 0,6″-Zeiten und eine Zunahme der Zeiten über 1,2 zugleich mit einer Abnahme der Leistuug bemerkbar macht. Im allgemeinen treten bei V. die Ermüdungswirkungen im 6.—8. 5-Minutenabschnitt auf. In Uebereinstimmung mit der ungünstigeren Vertheilung der Additionszeiten pflegt auch die Zahl der großen Abweichungen zuzunehmen. Auch bei K. steigt die Leistung in der Regel bis zum 6.—8. Abschnitt an; doch erfolgt die spätere Abnahme der Leistung langsamer. Dementsprechend ist die Ermüdungswirkung auch im Verhältniss der Additionszeiten und der großen Abweichungen viel weniger deutlich ausgeprägt; doch lässt sich in Abschnitt 10 des Versuchs III die starke Abnahme der 0,6″-Zeiten und die Zunahme der Zeiten über 1,2″ wohl mit Recht auf Ermüdung zurückführen.

In den D.'schen Versuchen können wir nur einmal, im 11. Abschnitt des II. Versuchs, eine deutliche Ermüdungswirkung wahrnehmen; leider waren aber die beiden letzten Abschnitte dieses Tages für die feineren Berechnungsmethoden unverwendbar. Es ist uns daher auch nicht möglich, festzustellen, in welcher Weise sich die Ermüdungswirkung bei D. äußert.

Sehr verschieden waren die Versuchspersonen bezüglich der Antriebswirkungen. Wir finden dieselben bei V. sehr stark ausgeprägt; bei K. sind sie vorhanden, bei D. nur angedeutet. Dieses Verhalten erkennen wir auch in der Zusamensetzung der einzelnen Versuche aus den verschiedenen Additionszeiten. Wie wir schon

früher betont haben, deutet eine Vermehrung der 0,4″-Zeiten auf Antriebswirkungen hin. Wir kommen dadurch auf die Vermuthung, dass möglicherweise außer dem Antrieb am Beginne und am Schlusse eines Versuches auch während der Arbeit zerstreute Antriebswirkungen stattfinden. Bei der oberflächlichen Durchsicht der Additionszeiten fiel es uns auf, dass 0,4″-Zeiten häufig oben[1]) und unten an den

Tabelle XXI.

| | | G. Z. | erhalten | | erwartet |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | unten | oben | |
| V. | III | 256 | 35 | 27 | 12 |
| | IV | 95 | 12 | 14 | 6 |
| | V | 493 | 64 | 47 | 28 |
| | VI | 136 | 11 | 24 | 10 |
| | VII | 83 | 7 | 16 | 6 |
| | VIII | 158 | 12 | 36 | 10 |
| K. | I | 173 | 23 | 1 | 10 |
| | II | 196 | 29 | 5 | 11 |
| | III | 81 | 12 | 0 | 5 |
| | IV | 233 | 18 | 7 | 7 |
| D. | I | 30 | — | — | — |
| | II | 50 | 23 | 1 | 3 |
| | III | 84 | 26 | 0 | 5 |

Reihen der bekannten Rechenhefte vorkamen. Um diese Thatsache näher zu untersuchen, stellten wir fest, wie vielmal die zu oberst und zu unterst an den Reihen stehenden Additionen in der extrem

1) Wir machen darauf aufmerksam, dass die »oben« an der Spalte stehende Addition eigentlich die zweite bedeutet. Die erste wurde, wie im Anfang dieser Arbeit erwähnt ist, stets mit einem größeren Zeitaufwand ausgeführt, was auf den Zeitverlust beim Aufsuchen der neuen Reihe zurückgeführt werden musste.

kurzen Zeit von 0,4″ ausgeführt wurden. Das Ergebniss finden wir auf vorstehender Tabelle XXI: G.-Z. bedeutet die Gesammtzahl der bei einem Versuch in 0,4″ ausgeführten Additionen; daneben ist die Zahl der unten bez. oben stehenden Additionen angegeben, welche mit dieser Geschwindigkeit berechnet wurden. Die Zahl in der letzten senkrechten Reihe der Tabelle giebt an, wie viele Zeiten von 0,4″ nach deren Anzahl im ganzen Versuch auf die am Anfang und am Ende der Spalten stehenden Additionen entfallen würden. Die Summe der beim Uebergange von einer Spalte zur anderen erhaltenen sehr kurzen Werthe übertrifft die erwartete Zahl in allen Versuchen weit, bei V. durchschnittlich 4,3 mal, bei K. 2,8 und bei D. sogar 6,5 mal. Aus diesem übereinstimmenden Befunde dürfen wir wohl schließen, dass die beim Wechsel der Spalten ausgeführten Additionen von allen 3 Personen viel häufiger in 0,4″ vollendet wurden, als die übrigen.

Als Erklärung dafür können wir folgendes anführen: Jede Reihe in den Rechenheften bildet einen kleinen Abschnitt für sich. Am Anfang und am Ende dieses Abschnitts stellte sich nun oft eine Beschleunigung der Arbeitsleistung ein, ein kleiner Anfangs- bezw. Schlussantrieb. Die drei Versuchspersonen verhalten sich aber auch verschieden, wenn wir das Vorkommen dieser zwei Antriebsformen auseinanderhalten. So sehen wir, dass bei V. der Schlussantrieb bei den letzten Additionen einer Spalte überwiegt; später aber ändert sich das bei ihm zu Gunsten des Anfangsantriebs bei den ersten Additionen der neuen Spalte. Bei K. ist die Wirkung des Anfangsantriebs viel seltener; bei D. kommt wohl ausschließlich der Schlussantrieb in Betracht. Dass V. zu beiden Antriebsarten neigt, bestätigt unsere frühere Erfahrung über die größere Häufigkeit der Antriebswirkungen bei ihm überhaupt. Es könnte auffallend erscheinen, dass bei D. die Zahl der erwarteten 0,4″-Zeiten am weitesten durch die erhaltenen übertroffen wird, was im scheinbaren Widerspruch zu der geringen Zahl an 0,4″-Zeiten steht, die in den ganzen Versuchen vorkamen. Doch dürfte dieser Umstand gerade bestätigen, dass D. keine Neigung zur maximalen Verkürzung der einzelnen Additionszeiten hatte; dieselbe trat eben nur unter besonderen Umständen als Wirkung eines Schlussantriebs ein!

Auch im Verlauf der Gesammtleistungen (vergl. Tab. XX auf S. 432) treten bei den 3 Personen die Antriebswirkungen in verschiedener

Weise hervor. Bei V. finden wir (allerdings in 8 Versuchen) viermal einen Anfangs- und dreimal einen Schlussantrieb. Die Wirkungen derselben sind mitunter recht kräftig, so z. B. im Versuch V beim Abschnitt 12! Bei K. beginnen 3 Versuche mit einem relativ schwachen Antrieb; am Schluss finden wir nie einen solchen. D. zeigt nur eine Andeutung von Anfangsantrieb in Versuch I und II; in IV ist seine Wirkung kräftig; von Schlussantrieb findet sich bei ihm ebenfalls keine Spur. Eine bestimmte Beziehung der Antriebswirkungen innerhalb der Versuche zu denjenigen im Beginne und am Schlusse ist somit nicht aufzufinden. Ein Müdigkeitsantrieb findet sich nur in einem Versuche von V. deutlich ausgeprägt.

Die persönlichen Verschiedenheiten der drei Versuchspersonen lassen sich etwa in folgender Weise zusammenfassen:

V. zeigt eine mittelgroße Anfangsleistung, keine große Uebungsfähigkeit, dabei bedeutende Ermüdbarkeit. Bei ihm sind alle Arten von Antriebswirkungen häufig, sowol am Anfang, als am Schlusse wie im Verlauf der Versuche, endlich als Reaction auf das Müdigkeitsgefühl. V. hat entschieden die Neigung, einzelne sehr kurze Additionszeiten zu liefern; daher ist seine Arbeitsweise stets ungleichmäßig; sehr kurze Additionszeiten wechseln mit sehr langen ab. Die periodischen Schwankungen treten deutlich hervor, wenn sie auch zeitweilig von Antriebswirkungen verdeckt werden können.

K. beginnt gleichfalls mit einer mittleren Leistung. Seine Uebungsfähigkeit ist recht groß, seine Ermüdbarkeit gering; infolge dessen steigt bei ihm die Arbeitsleistung an den 4 Versuchstagen sehr rasch an. K. hat nicht die Neigung, die Additionszeiten auf's Mindestmaß zu verkürzen. Die Steigerung der Leistung beruht vielmehr auf der bedeutenden Vermehrung der gewöhnlichen Additionszeiten; seine Arbeitsweise ist somit sehr gleichmäßig; Antriebswirkungen sind nur am Anfang der Versuche in nicht sehr hohem Grade vertreten, ebenso am Ende der Spalten. Die Gleichmäßigkeit der Leistung lässt uns darauf schließen, dass die Additionsarbeit bei K. sehr glatt, gleichsam automatisch von statten ging. Darauf können wir bei ihm das so klare Hervortreten der Periodicität der Schwankungen wohl mit Recht zurückführen.

D.'s Anfangsleistung ist sehr gering; die einzelnen Additionen werden recht langsam ausgeführt; bald tritt jedoch eine bedeutende

Beschleunigung ein. Die Leistung wächst unter dem Einflusse großer Uebungsfähigkeit und bei sehr geringer Ermüdbarkeit rasch an, so dass D., der im Versuch I um 1000 Additionen hinter V. zurückstand, im Versuch IV denselben bereits eingeholt hat. Auch D.'s Arbeitsweise zeichnet sich durch große Gleichmäßigkeit und Fehlen der Antriebswirkungen aus, die nur am Ende der Spalten öfter hervortreten. Das geringe Uebergewicht der bevorzugten Schwankungen in den beiden ersten D.'schen Versuchen haben wir mit der anfänglichen Schwerfälligkeit seiner Arbeitsweise in Zusammenhang gebracht. Im dritten Versuche trat die Periodicität infolge des großen Uebungsfortschritts auf's schönste hervor.

## VI. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die bis hierher mitgetheilten Versuchsergebnisse haben uns gestattet, die Einflüsse, welche die Arbeitsleistung verändern, in ihren Einzelheiten genauer zu verfolgen. Wir haben auf diese Weise feststellen können, dass die Uebung zwar im ganzen alle einzelnen Additionszeiten verkürzt, aber dieselben dabei einer bestimmten günstigsten Rechengeschwindigkeit annähert. Die Verkürzung schreitet keineswegs bis zu den möglichen äußersten Werthen fort; vielmehr scheinen die ganz kurzen Zeiten unter dem Einflusse der Uebung geradezu seltener zu werden. Die wesentliche Wirkung der Uebung besteht demnach in einer Ausgleichung der Zeitdauer der einzelnen Additionen, in möglichster Annäherung derselben an einen bestimmten kurzen, aber nicht kürzesten Werth.

Dem gegenüber bedingt die Ermüdung eine Abnahme der kurzen, gewöhnlichen Werthe; sie führt zu einer Vermehrung der langen und sehr langen Additionszeiten. Durch den Antrieb werden die einzelnen Additionszeiten auf das Mindestmaß verkürzt. Dadurch wird eine plötzliche Beschleunigung der Arbeit bewirkt. Der Antrieb ist jedoch nicht im Stande, die Leistung dauernd auf eine höhere Stufe zu heben; er vermag nur innerhalb eines oder des anderen Versuchsabschnitts die Zahl der ausgeführten Additionen zu vergrößern. Auch bei sonst gleichmäßiger Arbeit hat sich übrigens die Neigung nachweisen lassen, am Anfang und am Ende einer Rechenspalte mit einem gewissen Anfangs- bezw. Schlussantrieb zu arbeiten.

Das interessanteste Ergebniss unserer Untersuchungen scheint uns aber zu sein, dass es uns gelungen ist, regelmäßige, feinere Schwankungen der geistigen Arbeit aufzudecken, deren Vorhandensein bisher nur vermuthet werden konnte. Dabei hat sich die überraschende Thatsache ergeben, dass eine genaue Periodicität dieser Schwankungen mit auffallender Deutlichkeit hervortrat. Unsere Rechengeschwindigkeit zeigt die merkwürdige Neigung, jeweils nach Ablauf von solchen Zeiten, welche nur 3/5″ von einander entfernt sind, höchste oder niedrigste Werthe zu erreichen. Am häufigsten betrug die Dauer dieser Schwankungen 13/5″; dann folgten der Häufigkeit nach 10/5, 7/5, 16/5, 19/5, 22/5 und 25/5″.

Wir wollen im folgenden versuchen, ob es möglich ist, eine Erklärung dieser Erscheinung zu finden.

Gehen wir von der Wundt'schen Definition der Aufmerksamkeit aus, der dieselbe als periodische Function des Bewusstseins auffasst, so rechnet diese Aufstellung schon von vornherein mit der Thatsache der Aufmerksamkeitsschwankungen. Fechner und nach ihm Helmholtz wiesen auf diese Erscheinung hin; sie beobachteten u. a. die wechselnde Intensität einer gleichmäßig dauernden optischen Empfindung. Näher geprüft wurde diese Frage zuerst von Urbantschitsch. Dieser Autor beschäftigte sich mit Untersuchungen des Gehörorgans; er stellte Schwankungen auf dem Gebiet der akustischen Wahrnehmung fest und kam zu der Ueberzeugung, dass die Ursache dieser Erscheinung eine Ermüdung des N. acusticus sei.

Nach ihm zeigte N. Lange durch eine Reihe gründlicher experiperimenteller Untersuchungen, dass diese Auffassung unrichtig sei; vielmehr müsse nach seiner Ansicht die Entstehung der Aufmerksamkeitsschwankungen, deren periodische Wiederkehr Lange feststellte, ins Centrum verlegt werden. Diese Auffassung ließ sich bequem mit Wundt's Definition der Aufmerksamkeit in Einklang bringen. Als Schwankungsdauer fand Lange bei der elektrischen Empfindung einen Zeitraum von 2,5″, bei der optischen von 3,4″ und bei der akustischen von 3,8″. Münsterberg stellte eine Reihe neuer Versuche mit Gesichtsreizen an. Er behauptete, die unregelmäßig wiederkehrenden Schwankungen seien rein peripher bedingt durch Ermüdung der Fixations- und Accommodationsmuskeln des Auges; im inneren Ohr solle es sich ähnlich verhalten. Die Unrichtigkeit einer rein peripheren

Erklärung der Schwankungen ergiebt sich schon aus der von Lange gezeigten Thatsache, dass bei der elektrocutanen Sensibilität die gleichen Schwankungen auftreten, obwohl hier von einem musculären Hilfsapparat der Empfindung keine Rede sein kann. Eckener und Pace wiesen durch ihre Versuche an der rotirenden Scheibe mit Ausschaltung der Accommodation nach, dass die Augenmuskeln keinen Einfluss auf die Schwankungen hätten. Auch Müller's Anschauung, dass es sich bei den optischen Schwankungen um ein temporäres Unempfindlichwerden der Netzhaut handle, wurde von ihnen widerlegt. Nach Eckener können wir 2 Arten von Schwankungen unterscheiden:

1. bei klarem Bewusstsein fühlbar werdende,
2. mit dem Gefühl der Benommenheit und des Schwindels auftretende, nach denen eine längere Sammlung nothwendig sei.

Eckener kommt zu der Annahme einer centralen Entstehung der Schwankungen; als Ursache der Schwankungen könne nur eine positive psychische Veränderung angesehen werden. Das Schwanken auch der Erinnerungsbilder, auf welches bereits N. Lange hingewiesen, hält Eckener ebenfalls für bedeutungsvoll.

Lehmann untersuchte die Abhängigkeit der Aufmerksamkeitsschwankungen von der Athmung. Er wies nach, dass eine Häufung der Schwankungen auftritt:

1. wenn der Blutdruck im Gehirn am niedrigsten ist: Exspirationsmaximum, und
2. wenn das Gehirn von der Innervation der Athemmusculatur am meisten in Anspruch genommen ist: Inspirationsmaximum. Ferner stellte er fest, dass die Schwankungen bei elektrischer Hautreizung vollkommen übereinstimmten mit der Dauer einer vollen Athemphase, wodurch ihre Abhängigkeit von der Athmung wohl als bewiesen angesehen werden kann.

Marbe untersuchte die Schwankungen der Gesichtsempfindungen und stellte ihre Periodicität in Abrede, ebenso ihre centrale Entstehungsweise. Die neueste Arbeit stammt von Heinrich. Dieser Autor prüfte ebenfalls die Schwankungen am Sehorgan und stellte folgenden Satz auf: »Die Schwankungen in der Genauigkeit der Accommodation sind die einzige Ursache der Schwankungen der Aufmerksamkeit bei optischen Eindrücken.« Uns scheint das that-

sächliche Vorhandensein der Aufmerksamkeitsschwankungen auf dem Gebiete der cutanen Sensibilität eine genügende Widerlegung der Behauptung zu sein, dass es sich bei den entsprechenden Erscheinungen auf optischem Gebiet einzig und allein um accommodative Vorgänge handeln könne. Vielmehr glauben wir durch den Nachweis der Aufmerksamkeitsschwankungen auf dem Gebiet der geistigen Arbeit einen weiteren Beweis für ihre centrale Entstehungsweise geliefert zu haben.

Auf den gleichen Ursprung weist mit aller Bestimmtheit die eigenthümliche Periodicität bei der Zeitschätzung und bei der Ablenkung der Aufmerksamkeit hin. Die Versuche von Estel und Mehner hatten eine gewisse Periodicität der Schätzungsdifferenz festgestellt; Glass bestätigte diese Behauptung und fand, dass alle Vielfachen einer Grundzeit von 1,25″ mit großer Genauigkeit geschätzt wurden.

Bertels, der die Herabsetzung der Empfindlichkeit für minimale Reize durch vorausgehende stärkere gleichartige Reize untersuchte, fand, dass diese Empfindlichkeit im Gegentheil gesteigert wurde, wenn der starke Reiz um 2—2½″ oder um ein Vielfaches dieser Zeit dem schwachen vorausging.

Rufen wir uns nun die bei unseren Versuchen gefundenen Zahlenwerthe für die Dauer der Schwankungen ins Gedächtniss zurück, so wird uns zunächst die ziemlich genaue Uebereinstimmung des von Glass gefundenen Zeitraums von 1,25″ mit unserem ersten Schwankungs-Maximum bei 7/5″ auffallen. Bertels fand 2—2½″, einen Zeitraum, der etwa mit den von uns gefundenen Schwankungen von 10/5 und 13/5″ Dauer übereinstimmen würde. Die von Lange berechnete Dauer der Empfindungsschwankungen variirte zwischen 13/5 und 19/5″; auch dieser Werth entspricht ziemlich genau den von uns gefundenen Zeiten.

Auf optischem, akustischem und tactilem Gebiete so gut wie auf demjenigen des Zeitsinnes begegnen wir periodisch wiederkehrenden Schwankungen von einer gewissen Dauer. Es ist uns gelungen, auch auf dem Gebiete der geistigen Arbeit Schwankungen nachzuweisen, deren Dauer nicht wesentlich von den früher gefundenen Zeitwerthen verschieden ist. Dieser Umstand weist vielleicht auf eine gemeinsame Grundlage hin; als solche können nur die uns aus

der täglichen Erfahrung bekannten Aufmerksamkeitsschwankungen in Betracht kommen. Allein mit dieser Zurückführung auf eine gemeinsame Grundlage sind wir der eigentlichen Ursache aller aufgeführten Schwankungen noch nicht viel näher gekommen. Vielmehr erhebt sich weiter die Frage, durch welche Umstände denn nun die Aufmerksamkeitsschwankungen selber bedingt sein können. Wir kennen in unserem Körper eine Reihe von periodischen Erscheinungen, deren rhythmischer Ablauf sehr wohl einen gewissen Einfluss auf das Kommen und Gehen der psychischen Vorgänge gewinnen könnte. Dahin gehören im Hinblick auf die Dauer der hier besprochenen Schwankungen vor allem die Athmung und die Herzthätigkeit.

Sehr sorgfältig hat Lehmann den Zusammenhang der Athmung mit den Schwankungen der elektrischen Empfindung nachgewiesen. Ferner hat Landmann an sich selbst eine deutliche Beeinflussung der Schmerzempfindung durch willkürliches, tiefes Athemholen beobachtet; ebenso constatirte er eine einschläfernde Wirkung des tiefen Athmens. Wir lassen dahingestellt, wie groß der Einfluss der Autosuggestion bei diesen Beobachtungen war!

Den Zusammenhang zwischen Blutdruck oder Puls mit psychischer Thätigkeit haben verschiedene Autoren untersucht. Wir nennen hier nur Mosso, der unter dem Einfluss der geistigen Arbeit und der Affecte das Hirnvolumen zunehmen sah. Nach ihm sind es hauptsächlich französische Forscher gewesen, die sich mit diesen Fragen beschäftigten. Leider erfahren wir aus diesen Arbeiten nichts über die Beeinflussung der psychischen Vorgänge durch Blutdruck und Puls, auf die es uns hier in erster Linie ankommt. Van Biervliet lieferte anscheinend den Beweis, dass im allgemeinen die Reactionszeit auf Gehörs- und Gesichtseindrücke mit zunehmender Pulsgeschwindigkeit abnimmt. Endlich hat Lehmann folgende Behauptungen aufgestellt:

Die für die Entstehung minimaler Empfindungen ungünstigsten Respirationsphasen sind, 1. wenn der Blutdruck im Gehirn am geringsten ist, und 2. wenn die Energie des Gehirns von der Innervation der Athemmuskeln am meisten in Anspruch genommen ist. Diese Sätze weisen uns allerdings schon auf eine combinirte Wirkung der Athmung und des Pulses hin. Im Einklang mit den meisten

andern Autoren haben in neuester Zeit Binet und Courtier festgestellt, dass eine Volumszunahme des Gehirns auf jede geistige Arbeitsleistung folgt. Es darf ferner als bewiesen betrachtet werden, dass auf eine kurz dauernde geistige Anstrengung hin der Puls beschleunigt wird; ebenso nimmt die Athemfrequenz zu. Bei mehrstündiger unausgesetzter geistiger Arbeit verhielt sich der Puls entgegengesetzt, d. h. seine Häufigkeit nahm ab. Binet und Sollier wiesen nach, dass die Kopfstellung von größtem Einfluss auf die Gestalt der Pulscurve des Gehirns sei; der Athmung und dem Pulse sei eine gemeinsame Wirkung auf die Gehirnpulsationen zuzuschreiben.

Auf eine merkwürdige Form periodischer Empfindungsschwankungen, die sich auf allen psychischen Gebieten äußerten, hat endlich Stern aufmerksam gemacht; er fand bei zwei Fällen von schweren Kopfverletzungen regelmäßig auftretende Schwankungen, in deren Verlauf zunächst ein Abnehmen und dann ein Zunehmen der Empfindung nachgewiesen werden konnte. Dies ist alles, was sich in der uns zugänglichen Literatur über den Einfluss von Puls und Athmung auf die psychische Thätigkeit und über die Schwankungen derselben auffinden ließ.

Machen wir nunmehr den Versuch, auch für unsere Ergebnisse die möglichen Beziehungen zwischen Schwankungen der Arbeitsgeschwindigkeit und jenen rhythmischen Vorgängen aufzufinden, so wird es am nächsten liegen, dabei an die eigenthümliche Periodicität der 3/5″ anzuknüpfen. Allein es zeigt sich sofort, dass hier eine Beziehung zur Pulszahl, an die man etwa denken könnte, nicht wohl zu erkennen ist. Nehmen wir als gewöhnliche Pulszahl 72 in der Minute an, so wird ein Pulsschlag etwa 0,83″ entsprechen, ein Werth, der sich weder mit der Dauer einer einzelnen Schwankung noch mit den bevorzugten Unterschieden zwischen den einzelnen Schwankungen zur Deckung bringen lässt. Dagegen fällt uns sofort auf, dass die Zeit von 0,6 = 3/5″ bei weitem die häufigste Dauer einer einzelnen Addition bei allen Versuchspersonen, namentlich in den späteren Versuchen darstellt. Es hat demnach den Anschein, als ob die eigenthümliche Periodicität wesentlich durch die Verlängerung der Schwankungen um je eine addirte Zahl hervorgerufen worden sei. Mit dieser Auffassung steht im besten Einklange die zunächst so verwirrende Thatsache, dass in den ersten Versuchen von D. jene Periodicität gar

nicht oder doch nur sehr undeutlich hervortrat. In diesen Versuchen waren eben die häufigsten Additionszeiten erheblich länger als 3/5″. Je mehr sich aber bei D. die regelmäßige Rechendauer dem Werthe von 3/5″ (in der Tabelle 0,6) näherte, desto deutlicher kommt auch bei ihnen die Gliederung der Schwankungen nach dem Unterschiede von je 3/5″ zum Vorschein. Ebenso sehen wir, dass bei den andern Versuchspersonen mit fortschreitender Uebung, d. h. mit wachsender Häufigkeit der Additionen von 3/5″ Dauer, jene Periodicität immer klarer sich geltend macht.

Es kann somit kaum einem Zweifel unterliegen, dass sich in der Bevorzugung der immer um 3/5″ von einander verschiedenen Schwankungen nichts anderes ausdrückt, als die Verlängerung derselben um je eine addirte Zahl. Man wird nunmehr auch leicht begreifen, warum den Ausgangspunkt dieser Stufenleiter der Schwankungen gerade die Zeit von 7/5″ bilden muss. Wenn die bei weitem häufigste Dauer einer Addition 3/5″ betrug, so wird im allgemeinen die kürzeste überhaupt beobachtete Schwankung diejenige zwischen 4/5 und 3/5″ sein müssen. Gegenüber der Häufigkeit dieser Schwankungen von 7/5″ Dauer kommen die wenigen noch kürzeren nicht in Betracht, die durch den Uebergang von der Additionszeit 3/5 zu 2/5″ entstehen. Von den gewöhnlichen kleinsten Schwankungen im Betrage von 7/5″ ausgehend entstand alsdann durch Hinzufügung je einer weiteren Addition die früher von uns mitgetheilte Reihe der bevorzugten Schwankungen.

Mit dieser Feststellung ist aber die durch unsere Versuchsergebnisse aufgeworfene Frage noch keineswegs gelöst. Wir wissen damit noch nicht, worauf die besondere Bevorzugung einzelner Schwankungszeiten aus der ganzen Reihe zurückzuführen ist. Es würde zwar erklärlich sein, wenn die kleinsten Schwankungen von 7/5″ auch zugleich am häufigsten vorkämen. Das ist jedoch nach unseren Erfahrungen nicht der Fall; vielmehr werden in erster Linie überall die Schwankungen von 13/5″ Dauer bevorzugt. Die Reihenfolge in der Häufigkeit der übrigen Schwankungen war allerdings nicht durchweg die gleiche. Jedenfalls muss demnach der Zeitraum von 13/5″ und häufig auch derjenige von 10/5″ durch irgend welche Umstände besonders begünstigt worden sein, wenn dieselben häufiger vorkamen als die kleinsten Schwankungen, deren Auftreten naturgemäß von vornherein am nächsten lag.

Eine bestimmte Deutung dieser Bevorzugung der Zeiten zwischen 2 und $2^3/_5''$ zu geben, sind wir augenblicklich nicht im Stande. Es ist sehr möglich, dass hier bestimmte Beziehungen zum Athmungsrhythmus bestehen; doch vermögen wir dieselben nicht aufzudecken, da es bei unseren Versuchen leider versäumt wurde, gleichzeitig die Athmungsbewegungen aufzuzeichnen. Wir dürfen indessen darauf hinweisen, dass die hier aufgefundene Größe der bevorzugten Arbeitsschwankungen auf das allernächste übereinstimmt mit denjenigen Zeiten, denen schon nach den Erfahrungen auf anderen Gebieten eine bestimmte Bedeutung für den Ablauf der psychischen Vorgänge zugeschrieben werden musste. So hat sich bei der Messung von Reactionszeiten herausgestellt, dass der günstigste Zeitraum zwischen Signal und Reiz etwas über 2″ beträgt. Insbesondere weisen wir darauf hin, dass nach den Untersuchungen von Bertels die durch einen Reiz in Anspruch genommene Aufmerksamkeit nach etwa 2—$2^1/_2''$ wiederum einen Höhepunkt ihrer Spannung erreicht hat, der sich nach weiteren gleich großen Zeiträumen noch mehrmals in gleicher Weise einzustellen scheint. Wir dürfen also daraus schließen, dass die Aufmerksamkeit die Neigung besitzt, in Zeitabschnitten von etwas über 2″ sich immer wieder zur höchsten Spannung zu erheben, wenn nicht besondere Umstände diesen Rhythmus verwischen.

Die von Bertels gefundene Zeit steht zwischen jenen beiden Schwankungszeiten, die wir als besonders bevorzugt kennen gelernt haben, ziemlich genau in der Mitte. Da unsere Registrirung nach Additionszeiten naturgemäß sich gewöhnlich nur um mindestens 3/5″ vorwärts bewegen musste, werden wir diese Uebereinstimmung für genügend halten dürfen, um die Gleichartigkeit der von Bertels und uns gemachten Erfahrungen darzuthun. Wenn die Dauer einer Aufmerksamkeitsschwankung in Wirklichkeit genau den von Bertels festgestellten Betrag erreicht, so mussten bei unsern Versuchen diejenigen Punkte der Arbeitscurve jeweils den gleichen Spannungsgrad der Aufmerksamkeit darbieten, welche um diese Zeitdauer von einander abstanden. Da jedoch die Abschnitte unserer Arbeitszeit stets durch die Additionszeiten bezeichnet waren und somit mindestens um 2/5—3/5″ auseinander lagen, kommen wir zu dem Schlusse, dass die thatsächlich gefundenen Schwankungsgrößen sich

mit dem Intervalle nicht genau decken, sondern ihm nur bis zu einem gewissen Grade nahe kommen konnten. Aus dieser Ueberlegung ergiebt sich die Bevorzugung der Schwankungen von 2 und $2^3/_5''$ Dauer ohne weiteres. Die Verlängerung dieser bevorzugten Schwankungen um je eine addirte Zahl musste dann zu den übrigen ausgezeichneten Zeitabschnitten führen. Andeutungen von einer Bevorzugung der doppelten oder dreifachen Schwankungsdauer ließen sich freilich nicht mehr nachweisen; vermuthlich deswegen, weil durch die wechselnde Schwierigkeit der Arbeit selbst und durch andere zufällige Einflüsse der regelmäßige Ablauf längerer Aufmerksamkeitsschwankungen vielfach gestört und verwischt wurde.

Es bedarf wohl nur eines kurzen Hinweises, um klar zu machen, dass auch unsere Erfahrungen mit voller Bestimmtheit für die Verlegung der Ursache der Aufmerksamkeitsschwankungen in das Centralorgan unseres Bewusstseins sprechen.

## Schlusssätze.

1. Die Verbesserung der Arbeitsleistung durch die Uebung kommt beim Addiren wesentlich durch die Annäherung aller Additionszeiten, der langen wie der ganz kurzen, an einen bestimmten bevorzugten Zeitwerth zu Stande; die Unterschiede in den einzelnen Additionszeiten gleichen sich mehr und mehr aus.

2. Die Ermüdung bewirkt das Auftreten sehr langer Additionszeiten.

3. Antriebswirkungen lassen sich nicht nur im Beginne und am Schlusse der Arbeit, sondern auch während derselben vielfach nachweisen, besonders am Anfang und am Ende kleiner Unterabschnitte.

4. Der Antrieb bewirkt das Auftreten einzelner ganz kurzer Additionszeiten und macht dadurch die Arbeitsweise ungleichmäßiger.

5. Die Häufigkeit und die Form des Auftretens von Antriebswirkungen ist großen persönlichen Verschiedenheiten unterworfen.

6. Im Verlaufe der Rechenarbeit finden sich zahlreiche kürzere und längere Schwankungen der Addirgeschwindigkeit. Am häufigsten sind die kurzen Schwankungen und diejenigen, welche um die gewöhnliche Additionszeit einer oder mehrerer Zahlen länger sind.

7. Eine bevorzugte Stellung unter den Arbeitsschwankungen nehmen diejenigen von der Dauer 2 und $2^3/_5''$ ein; diese Zeit entspricht genau der auch bei anderen Versuchen gefundenen Dauer einer Aufmerksamkeitsschwankung.

8. Die Ursache der Arbeits- und damit auch der Aufmerksamkeitsschwankungen überhaupt ist in centralen Vorgängen zu suchen.

---

## Literaturverzeichniss.


Helmholtz, Physiolog. Optik S. 314.
Urbantschitsch, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. S. 626; Pflüger's Archiv XXIV. S. 574 und XXVII. S. 446.
Ribot, Psychologie de l'attention 1889. Paris.
N. Lange, Wundt's Philosophische Studien IV. S. 404.
Münsterberg, Beiträge zur Psychologie H. 2. S. 69.
Eckener, Philosophische Studien VIII. S. 359.
Pace, ebenda VIII. S. 388.
Marbe, ebenda VIII. S. 615.
Lehmann, ebenda IX. S. 66.
Heinrich, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane, Bd. IX. S. 343 u. Bd. XI. S. 410.
Estel, Philosophische Studien II. S. 475.
Mehner, ebenda II. S. 546.
Glass, ebenda IV. S. 423.
Landmann, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. Bd. VIII. S. 424.
Van Biervliet, Philosophische Studien X. S. 161 u. XI. S. 125.
Bertels, »Ablenkung der Aufmerksamkeit« Dissert. Dorpat 1889.
Binet et Sollier, Ref. L'année psychol. 1895. S. 590.
Binet et Courtier, L'année psychol. 1896. S. 42.
Stern, Arch. f. Psychiatrie Bd. 26.
Oehrn, Diese Arbeiten Bd. I. S. 92.
Amberg, Diese Arbeiten Bd. I. S. 300.


---

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.